ÉDITION INTÉGRALE · OPÉRATION DINDON · JUILLET 2026

CORPUS DINDON — ÉDITION INTÉGRALE

Thèse, Mécanismes de Capture, Dossier Juridique, Substrat Physique et Solutions de Sortie

◆ LA THÈSE CENTRALE

Nulle souveraineté numérique sans maîtrise de la matière. Ce corpus rassemble l'ensemble des études d'Opération Dindon : la thèse fondatrice, les mécanismes structurels de capture — technique, cognitive, humaine — le dossier juridique complet, le substrat physique qu'ils dissimulent, et les voies concrètes de sortie. Une seule et même démonstration, en 88 pièces, structure auditée et validée par contradicteur indépendant.

PIÈCES	PARTIES	PAGES	
88	**12**	**740**	**DEPUIS MAI 2026**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

🏛️ Nemo supra legem est

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon

HUMAN

TABLE DES ÉTUDES

RÉSUMÉ DE L'ŒUVRE P.7

MANIFESTE DU PROFESSEUR — AMINE RAITI — BIOGRAPHIE P.8
Biographie et posture de l'auteur : vingt ans d'enseignement et d'infrastructure, à l'origine de tout le corpus.

I — LA THÈSE P.9

Nulle Souveraineté sans Matière — Amine RAITI P.10
Thèse fondatrice du corpus : la souveraineté numérique se définit par le contrôle de la matière, pas seulement du droit.

II — MÉCANISMES DE CAPTURE P.18

La Crise Infrationnelle — Amine RAITI P.19
Introduit le néologisme « infrationnelle » : comme l'inflation dilue la monnaie, l'inflation lexicale dilue le sens des mots techniques.

La Boucle Infrationnelle — Amine RAITI P.26
Documente la boucle où la dilution des compétences bare-metal fait exploser les salaires, pousse les seniors à partir, et aggrave la pénurie.

L'Anatomie Globale de l'Amputation — Amine RAITI P.33
Cartographie deux amputations liées : la perte de savoir du corps infrastructure, et l'exclusion spécifique des femmes dès 12 ans.

Anatomie de la Perdition — Diagnostic et Reformation — Amine RAITI P.40
Diagnostic structurel de la dissolution des garde-fous techniques historiques entre développement et infrastructure, sans jugement sur les personnes.

Anatomie de la Perdition Numérique — Amine RAITI P.50
Modélise sept nœuds causaux et cinq points de bifurcation menant de l'école primaire à la signature d'un contrat hyperscaler.

La Dissolution de la Frontière — Amine RAITI P.66
La fusion des métiers dev et infra sous un même intitulé DevOps est un moteur intime de la captivité cloud.

Le Cloud-Washing — Amine RAITI P.74
Décrit le méta-mécanisme qui repeint dépendance en liberté et extraterritorialité en souveraineté, sur trois registres (souveraineté, écologie, finances publiques).

L'Échantillon Gratuit — Amine RAITI P.81
Le Free Tier suit la même mécanique que l'échantillon gratuit en grande distribution : créer le besoin avant de le monétiser.

Le Free Tier Appat — Amine RAITI P.87
Documente sept mécanismes du Free Tier — de la capture étudiante à l'anesthésie financière des crédits start-up.

La VM à 3000€ et le SRE à 2800€ — Amine RAITI P.97
Une VM cloud coûte plus cher par mois que l'ingénieur qui la gère — et c'est l'humain qui part en premier.

L'Économie du Silence — L'Uptime comme Seule Métrique — Amine RAITI P.105
Thèse provocante : le meilleur SRE est souvent celui qui semble ne rien faire, parce que son infrastructure travaille seule.

Le Ticket et le Talent — Amine RAITI P.112
Propose une nomenclature en trois catégories (SysOps, NetOps, OpInfra) et six niveaux pour redonner un vocabulaire précis à l'infrastructure.

La Novlangue qui Coûte Cher — Amine RAITI P.119
Documente terme par terme les effets chiffrés — bilans, organigrammes, CGV — de la novlangue cloud sur les organisations.

NoOps — Autopsie d'un Mot qui a Tué un Métier — Amine RAITI P.131
Autopsie du seul terme marketing à annoncer explicitement la suppression d'un métier, adopté sans résistance par ses propres victimes.

La Dette Invisible — Amine RAITI P.137
Analyse la dépendance mondiale à l'open source non financé (Linux, OpenSSL, curl) révélée par la faille Log4Shell en 2021.

Le Départ du Dernier Qui Sait — Amine RAITI P.144
Traite de l'usure et de la désertification cognitive du SRE senior, et du savoir tacite qui part avec lui sans transmission.

La Main sur les Nations — Amine RAITI P.151
Constat d'effet, non d'intention : les infrastructures critiques de nations entières sont sous juridiction et lois étrangères, de façon mesurable.

III — DOSSIER JURIDIQUE P.159

L'Architecture du Consentement — Amine RAITI P.160
Cartographie les biais cognitifs (Cialdini, économie comportementale) que les hyperscalers exploitent à chaque couche de la perdition numérique.

Analyse Juridique · CGV Microsoft Azure · Architecture de Dispersion · Amine RAITI P.168
Montre qu'Azure fragmente ses conditions contractuelles en six documents distincts, modifiés chaque mois — la dispersion comme stratégie.

Analyse Comparative · Conditions d'utilisation Google Cloud Platform (CGV) FR vs EN · Amine RAITI P.175
La version française des CGV GCP accuse 2 ans et 9 mois de retard sur l'anglaise, qui seule prévaut juridiquement.

Analyse Comparative · Conditions de Service AWS FR vs EN · Amine RAITI P.180
La version anglaise des CGV AWS, seule à prévaloir contractuellement, contient des clauses absentes de la version française.

CGV sous Microscope — Amine RAITI P.187
Décortique les CGV AWS et GCP clause par clause pour montrer que les mécanismes du corpus y sont littéralement inscrits.

Anatomie des Mécanismes de Rétention dans les Contrats Cloud · Étude Académique · Amine RAITI P.195
Taxonomie académique en six couches des mécanismes de rétention contractuelle chez AWS, GCP et Azure, fondée sur 47 versions de CGV.

Cartographie des Stratagèmes du Vendor Lock-in · Guide Interne · Amine RAITI P.207
Outil de diagnostic interne croisant six couches de verrouillage, trois hyperscalers et cinq profils d'aveuglement organisationnel.

La Machine de Guerre Contractuelle — Anatomie Complète · Amine RAITI P.212
Synthèse systémique de dix-neuf analyses juridiques : trois couches de verrouillage et sept mécanismes documentés chez les trois hyperscalers.

La Machine de Guerre Contractuelle — Version DGCCRF · Amine RAITI P.217
Version française ciblant les pratiques abusives et le déséquilibre significatif, destinée à déclencher l'action de la DGCCRF, la CNIL et l'ARCEP.

La Machine de Guerre Contractuelle — Version Trilingue Unifiée · Amine RAITI P.222
Version simultanée en français, anglais et allemand pour saisir trois régulateurs (France, Royaume-Uni, Allemagne) sur leur propre base légale nationale.

IV — LE SUBSTRAT PHYSIQUE : LE FER P.238

La Maîtrise du Fer — Le Dernier Verrou et la Voie de la Reconquête — Amine RAITI P.239
Conclusion du corpus : le verrou du Fer n'est pas un complot mais un déséquilibre d'investissement, réversible par la formation.

Le Fer Numérique — Amine RAITI P.246
Étend la logique du fer physique aux semi-conducteurs : sans puce, pas de serveur ; sans serveur, pas de souveraineté.

Les Gardiens du Fer — Amine RAITI P.253
Recense les programmes de formation bare-metal des hyperscalers eux-mêmes (STAR Program, Datacenter Academy), chiffres vérifiés source par source.

Le Sol Numérique — Amine RAITI P.260
Comble un angle mort du corpus : localisation, propriété et cadre légal des datacenters européens.

Le Goulot de Taïwan — Amine RAITI P.267
Documente la dépendance géopolitique au détroit de Taïwan, couche matérielle la plus profonde et la moins visible du lock-in.

La Boîte Noire Matérielle — Amine RAITI P.273
Le bare-metal auto-hébergé tourne souvent sur des firmwares propriétaires non auditables — un lock-in matériel qui remplace le lock-in logiciel.

Le FinOps du Dernier Gramme — Amine RAITI P.277
Propose la récupération directe des métaux précieux (or, cuivre, palladium) du hardware obsolète plutôt que la filière DEEE classique.

Le Refurbished Grade A — Amine RAITI P.284
Défend le matériel serveur reconditionné Grade A comme stratégie d'infrastructure économique, écologique et opérationnellement fiable.

Le Refurbished Stratégique — Amine RAITI P.291
Le matériel reconditionné n'est pas qu'un choix FinOps : c'est une assurance géopolitique dont la valeur croît avec la vulnérabilité du cloud.

Le PCA Doux — Amine RAITI P.295
Oppose la continuité d'activité vendue comme automatique par les hyperscalers à la continuité réellement pratiquée par les infogéreurs souverains.

La Plomberie Invisible — Amine RAITI P.301
Vulgarisation grand public : rien ne « flotte » dans le cloud — disques durs, câbles et bâtiments climatisés, sans jargon.

أتستبدلون — Paradoxe Cloud — Amine RAITI P.309
Réflexion sarcastique et référence coranique sur le paradoxe d'échanger ses propres baies de serveurs connues contre des baies invisibles étrangères.

V — FEMMES DANS L'INFRASTRUCTURE P.315

La Mixité du Fer — Amine RAITI P.316
Vingt ans de carrière convergent vers un constat : la pénurie du Fer est la conséquence mécanique de l'exclusion des femmes.

Le Silence des Salles — Pourquoi les femmes ne sont pas en SRE — Amine RAITI P.332
Diagnostic structurel de l'absence quasi-totale des femmes en infrastructure système et réseau, et leviers concrets de correction.

L'Amputation Invisible — Amine RAITI P.339
Prolonge Le Silence des Salles en posant une hypothèse structurelle sur le lien entre exclusion des femmes et intérêts des hyperscalers.

La Maternité comme Continuité — Amine RAITI P.346
Après l'entrée, la question du maintien : propose maintien du lien, protection financière intégrale et anti-dégradation par conception pour les mères.

La Désamputation à la Source — Amine RAITI P.353
L'amputation a une origine en classe de 5e : un kit Arduino à 35€ et 10€ mensuels suffisent à l'enrayer.

Le Socle Anti-Amputation — Amine RAITI P.361
Séquence pédagogique libre, sans validation officielle ni budget additionnel, pour les professeurs qui veulent agir sans attendre une réforme.

VI — LES PERSONNES P.367

Le Pager et le Corps — Amine RAITI P.368
Analyse de risque appliquée : ce que l'astreinte permanente fait au corps et à la cognition sur la durée.

Le Dîner Yéménite — Amine RAITI P.375
La cohésion d'équipe réelle se construit dans des moments humains choisis, pas dans les séminaires corporate — programme concret et chiffré.

Le Corps d'Abord — Amine RAITI P.382
Défend qu'une soirée hammam-marche-dîner à 35€ produit une cohésion d'équipe qu'aucun séminaire corporate ne reproduit.

Le Corps qui Fabrique — Amine RAITI P.389
Second niveau après l'Arduino : laser, CNC, imprimante 3D — le code qui crée de la matière, projet annuel à construire.

Le Mentor et le Métal — Amine RAITI P.397
Le processus M3allem/Met3allem de l'artisanat marocain est le même canal de transmission tacite qui forme les meilleurs ingénieurs infrastructure.

Le Grand Ressourcement — Amine RAITI P.404
Un week-end annuel en montagne sans programme imposé produit une restauration cognitive qu'aucun séminaire formaté n'atteint.

L'État et le Corps Invisible — Amine RAITI P.411
L'État protège les professions dont la disparition menacerait la vie sociale, mais pas les ingénieurs infrastructure — six leviers proposés.

L'Uniforme du Corps — Amine RAITI P.418
L'uniforme matérialise la nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra : un corps de métier sans uniforme est un corps difficile à défendre.

Le Bleu — Ce que le diplôme ne mesure pas — Amine RAITI P.426
Traite des profils compétents exclus du marché par le filtre diplôme/certification, avec proposition de correction en droit français.

Du Puits au Head of SRE — Amine RAITI P.434
Récit en huit épisodes de l'expérience vécue de l'auteur, origine de chaque thèse du corpus — qui écrit, et pourquoi le croire.

VII — LLM ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE P.440

De l'Amplificateur au Substitut · Verrouillage Cognitif Individuel · IA Générative · Amine RAITI P.441
Théorise le basculement d'un usage amplificateur de l'IA générative vers une dépendance qui atrophie le raisonnement autonome du développeur.

Le Remplacement qui Révèle — Amine RAITI P.449
Inspirée d'un post LinkedIn : l'IA ne remplace pas l'humain, elle révèle sa rareté à mesure que le contenu généré se multiplie.

L'Importance de Faire la Fête au Travail — Annexe Comique — Amine RAITI P.456
Parodie volontaire du corpus, montrant publiquement la méthode de travail (rédaction, audit critique, direction humaine) derrière les études sérieuses.

La Machine à Pensée — Amine RAITI P.469
L'IA n'est ni magie ni conscience : une machine à commande numérique dont la matière première est la pensée humaine, à calibrer.

La Machine Mystique — Amine RAITI P.478
« Intelligence Artificielle » est un faux-ami sémantique comme « Cloud Souverain » : une CNC et un LLM ne diffèrent que par leur couche de travail.

VIII — FORMER : ÉDUCATION P.486

Le Sac du Professeur de Mathématiques — Amine RAITI P.487
Un geste pédagogique de 90 secondes, sans réforme ni autorisation : poser un objet concret après la formule au tableau.

Monsieur, à Quoi Ça Sert ? — Amine RAITI P.502
Retrace la chaîne causale de la salle de classe au CODIR, où l'abstraction apprise devient un biais contre le concret physique.

Les Compagnons du Numérique — Amine RAITI P.510
Propose la quatrième couche manquante — la protection juridique — via une Syntec élastique inspirée des Compagnons du Devoir.

MariaDB Sans Trembler — Amine RAITI P.518
Tutoriel technique complet de réplication MariaDB en production : streaming SSH, binlog, GTID et vérification post-déploiement.

Le Socle du Fer — Planning de Formation Détaillé 26 Semaines (Séquencement Corrigé) — Amine RAITI P.525
Planning semaine par semaine du parcours de 910 heures : 73% du temps consacré au système, middleware et réseau directement employables.

La Primauté Technique — Amine RAITI P.537
Le droit du Principal SRE d'avoir le dernier mot sur l'architecture dans l'enveloppe budgétaire fixée par le management, pas au-delà.

Le CPF Mal Utilisé — Droits Dormants, Socle du Fer, IDPE — Amine RAITI P.545
Corrige une défaillance d'allocation — le CPF finance des certifications cloud propriétaires — en le redirigeant vers un cursus souverain, le Socle du Fer.

IX — SOLUTIONS : SORTIR DU CLOUD P.552

La Sortie Douce — Amine RAITI P.553
Propose des chemins de sortie concrets avec les outils déjà disponibles, plutôt qu'un simple constat des problèmes diagnostiqués.

L'Exodus Accompagné — Amine RAITI P.561
L'infogérance comme porte d'entrée opérationnelle pour les organisations qui veulent sortir mais n'ont plus personne sachant gérer du bare-metal.

L'Exodus Souverain — Amine RAITI P.570
Architecture de libération sur six strates et trois horizons temporels ; la bifurcation à l'école coûte presque rien, celle à 20 ans coûte tout.

L'Interface Souveraine — Amine RAITI P.586
Couche d'abstraction inversée où le fournisseur cloud s'adapte à l'application, pas l'inverse — changer de fournisseur devient un changement d'adaptateur.

Guide de Négociation Contractuelle Cloud · Marché Français · Amine RAITI P.594
Six fiches pour lire, comprendre et négocier ses contrats cloud face aux hyperscalers, à l'usage des juristes, DSI et acheteurs.

Guide de Sortie Cloud · Fiche A · Direction Juridique · Amine RAITI P.601
Fiche de combat du juriste : arguments des account managers décryptés, clauses nulles de plein droit, recours disponibles.

Guide de Sortie Cloud · Fiche B · DSI · Amine RAITI P.606
Grille d'audit de dépendance en trois couches pour mesurer le niveau de captivité cloud avant toute décision de sortie.

Guide de Sortie Cloud · Fiche C · DAF · Direction Générale · Amine RAITI P.611
Chiffre le coût réel caché de la captivité cloud et compare les scénarios rester / partir / multi-cloud pour la direction financière.

Guide de Sortie Cloud · Fiche D · Séquence Opérationnelle · Amine RAITI P.616
Séquence opérationnelle en cinq étapes chronométrées, de l'audit initial J-0 à la migration effective J+180.

Guide de Sortie Cloud · Fiche E · DRH · Change Management · Directions Métiers · Amine RAITI P.622
Traite le verrouillage des compétences (skills lock-in) et de la demande métier comme la couche de dépendance la plus durable.

Guide SRE/Ops · Réduction des Coûts Cloud · AWS · GCP · Azure · Amine RAITI P.627
33 blocs techniques de réduction de coûts et de nettoyage, hyperscaler par hyperscaler, avec stack open-source de référence.

Migration VMware vers Proxmox VE — Stretched Cluster D1/D2/D3 — Amine RAITI P.639
Plan de migration en cinq phases du lock-in VMware/Broadcom vers une stack open-source, sur trois datacenters en cluster étiré.

Migration VMware vers Proxmox VE — Tutoriel Technique Complet — Amine RAITI P.649
Suite opérationnelle en treize modules : commandes, configurations et checklists réelles pour exécuter la migration Proxmox décrite dans l'étude d'architecture.

X — ANNEXES CULTURELLES : DIWÂN P.667

Diwân Numérique de l'Artisan — FR — Amine RAITI P.668
Sept Mo'allaqat (poèmes suspendus) reprenant les thèses du corpus — souveraineté, liberté, transmission — dans la tradition poétique arabe préislamique.

Le Diwan des Dix Feux - Amine Raiti P.676
Réquisitoire poétique né d'un avertissement oral reçu pour avoir présenté des chiffres en comité de direction — quatorze épisodes de nassiha.

La Légende de Dindon — Amine RAITI — Opération Dindon P.700
Recueil de quatorze épisodes publiés sur LinkedIn, l'épopée d'un éleveur numérique de la hype cloud au retour au bare-metal.

Lettre d'un Témoin — Amine RAITI à Sa Sainteté Léon XIV P.719
Lettre ouverte au Pape Léon XIV sur les pratiques des hyperscalers, écrite comme devoir de témoignage universel au-delà des confessions.

XI — SYNTHÈSE : ÉPILOGUE P.723

Théories et Concepts Originaux — Amine RAITI · Opération Dindon P.724
Inventaire des concepts et néologismes originaux forgés par le corpus, pour que leur portée ne se perde pas dans le volume.

Opération Dindon — Cartographie Magistrale — Amine RAITI P.729
La carte du corpus entier : huit arcs thématiques, une thèse centrale, un ultimatum, une date — comment tout s'articule.

RÉSUMÉ DE L'ŒUVRE

CE QUE CE CORPUS DÉMONTRE

◆ LA THÈSE CENTRALE

Nulle souveraineté numérique sans maîtrise de la matière. Opération Dindon documente, en 88 pièces réparties sur 11 parties, comment les hyperscalers capturent — juridiquement, cognitivement, économiquement et humainement — les organisations qui leur confient leur infrastructure, et propose des voies de sortie concrètes, du programme scolaire jusqu'au comité de direction.

STRUCTURE DE LECTURE

I LA THÈSE

II MÉCANISMES DE CAPTURE

III DOSSIER JURIDIQUE

IV LE SUBSTRAT PHYSIQUE : LE FER

V FEMMES DANS L'INFRASTRUCTURE

VI LES PERSONNES

VII LLM ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

VIII FORMER : ÉDUCATION

IX SOLUTIONS : SORTIR DU CLOUD

X ANNEXES CULTURELLES : DIWÂN

XI SYNTHÈSE : ÉPILOGUE

HUMAN

OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

MANIFESTE DU PROFESSEUR

Je vous parle en tant que professeur — pas en tant qu'expert.

J'ai commencé à enseigner en **2006**. J'ai formé des centaines d'apprenants jusqu'à aujourd'hui — et je n'ai pas fini. Des étudiants d'écoles d'ingénieurs, des techniciens en reconversion, des professionnels en formation continue. Des hommes et des femmes. Des juniors de 18 ans et des seniors de 60 ans. Des profils sans diplôme et des cadres avec vingt ans d'expérience.

J'ai enseigné **Linux client/serveur, Windows client/serveur, réseaux Cisco, modèle OSI, WiFi, électricité, systèmes de numération, micro-informatique, automatismes, Kubernetes**. Tout ce qui est aujourd'hui dans le Socle du Fer — je l'ai enseigné en salle, face à des apprenants, avec des machines sous les doigts.

◆ POURQUOI JE ME PERMETS DE PARLER

Quand je publie sur la formation, le CPF, l'IDPE, la crise infrationnelle, la souveraineté numérique — je ne théorise pas. Je parle à des gens que j'ai formés. Certains d'entre eux lisent ces lignes depuis un poste de DSI, de responsable exploitation, d'architecte SRE dans un grand groupe. Je les ai vus apprendre à câbler leur premier switch. Je sais ce qu'ils savent faire. Et je sais ce que le marché cherche à leur faire oublier.

Quand je m'adresse aux hyperscalers, je ne parle pas au nom d'un think tank. Je parle au nom de mes élèves — ceux que leurs certifications cherchent à rendre obsolètes, ceux que le titre "DevOps" cherche à dissoudre, ceux que la pénurie de formation bare-metal cherche à isoler dans un marché qu'ils ne peuvent plus quitter.

◆ AU PROFESSEUR

Je m'adresse à ceux que j'ai formés avec la même franchise qu'en salle — sans condescendance, sans démagogie. La vérité sur le marché, sur les compétences, sur ce que les titres ne mesurent pas.

◆ AU DÉFENSEUR

Je m'adresse aux hyperscalers avec la même franchise qu'à mes élèves — sans hostilité personnelle, avec une limite claire. Ce que vous faites à la compétence bare-metal, je le nomme. Et je continuerai.

MATIÈRES ENSEIGNÉES · 2006 — AUJOURD'HUI

Linux client/serveur · Windows client/serveur · Réseaux Cisco · Modèle OSI · WiFi · Électricité · Systèmes de numération · Micro-informatique · Automatismes · Kubernetes

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE · Formateur depuis 2006 · De l'électricité à Kubernetes · Tous publics

🏛️ NEMO SUPRA LEGEM EST · CC BY-NC-SA 4.0 · OPÉRATION DINDON

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE I

LA THÈSE

1 pièce

HUMAN

ÉTUDE FONDATRICE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

NULLE SOUVERAINETÉ SANS MATIÈRE

Philosophie du Bare-Metal et Condition de la Souveraineté Numérique

RATIO

◆ POSITION DE CETTE ÉTUDE DANS LE CORPUS

Cette étude est la thèse fondatrice dont toutes les autres études du corpus Opération Dindon sont des déclinaisons. Elle pose la question philosophique que le corpus n'avait jamais formulée explicitement : qu'est-ce que la souveraineté ? Quel est le lien entre souveraineté et matière ? Pourquoi le cloud pur extraterritorial représente-t-il une dissolution de souveraineté — et pas seulement un risque technique ? De Bodin à Kubernetes — ce que contrôler l'infrastructure signifie vraiment.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION 1 · LA SOUVERAINETÉ — DÉFINITION ET CONDITION

L'HOMME EST SOUVERAIN QUAND IL PEUT AGIR SUR LA MATIÈRE

La souveraineté n'est pas un attribut juridique abstrait. Elle est une capacité concrète — la capacité d'agir, de décider, d'intervenir sur le réel sans dépendre d'un tiers pour exercer cette capacité. Cette définition précède et conditionne toutes ses formes juridiques, politiques ou organisationnelles.

◆ DE BODIN À SCHMITT — LA SOUVERAINETÉ COMME MAÎTRISE DU TERRITOIRE

Jean Bodin, en 1576, définit la souveraineté comme "la puissance absolue et perpétuelle d'une République". Mais derrière la formule juridique se cache une réalité physique : cette puissance n'existe que si elle s'exerce sur un territoire réel, avec des sujets réels, sur une matière accessible. Carl Schmitt précise quatre siècles plus tard : "Est souverain celui qui décide de l'exception." La décision de l'exception suppose qu'on peut l'imposer — ce qui suppose qu'on contrôle le substrat sur lequel cette décision s'applique.

Thomas Hobbes, dans le Léviathan, lie la souveraineté à la protection : le souverain protège ses sujets en échange de leur obéissance. Mais protéger suppose la capacité d'intervenir — de déployer une force sur un territoire. Un souverain qui ne contrôle pas son territoire ne peut pas protéger ses sujets. Il n'est plus souverain — il est locataire.

◆ LA MÉTAPHORE DU PAYSAN ET DU FERMIER

Le paysan propriétaire de sa terre est souverain sur sa production. Il décide quoi planter, quand récolter, comment gérer les ressources de son sol. Si la récolte échoue, c'est sa responsabilité — et son problème à résoudre. Le fermier qui loue sa terre à un propriétaire étranger qui peut la reprendre à tout moment, modifier les conditions du bail unilatéralement, ou interdire certaines cultures — ce fermier n'est pas souverain. Il est précaire. Il produit sur un sol qui ne lui appartient pas, sous des règles qu'il n'a pas fixées, avec le risque permanent d'une résiliation.

Cette distinction — propriétaire vs locataire, souverain vs précaire — est exactement celle qui sépare l'infrastructure bare-metal souveraine du cloud extraterritorial.

RAITI

◆ NASSIHA — LA SOUVERAINETÉ N'EST PAS LE REFUS DU MARCHÉ

Cette étude ne défend pas l'autarcie numérique. Elle défend la capacité de choisir — de négocier depuis une position de force, de partir si les conditions deviennent inacceptables, de construire hors du cloud si la situation l'exige. La souveraineté, c'est l'option de sortie. Sans cette option, il n'y a pas de marché — il y a de la captivité.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE BARE-METAL COMME TERRITOIRE NUMÉRIQUE

LE CÂBLE EST LE SOL. LE RACK EST LA TERRE. LE SERVEUR EST LA FONDERIE.

La métaphore territoriale n'est pas une métaphore. Elle est une description fonctionnelle exacte. Le territoire est ce qui conditionne l'existence de tout ce qui s'y déploie. Pour l'infrastructure numérique, ce substrat physique — les serveurs, les câbles, les racks, les datacenters — est le territoire au sens littéral du terme.

◆ CE QU'EST LE BARE-METAL — UNE DÉFINITION FONCTIONNELLE

Le bare-metal est le substrat physique de l'infrastructure numérique. C'est la couche qui ne peut pas être abstraite davantage — en dessous du bare-metal, il y a l'électricité, la physique des matériaux, la chimie des semi-conducteurs. Le bare-metal, c'est le serveur physique, les disques, les cartes réseau, les câbles, les commutateurs, les routeurs, les alimentations redondantes. C'est ce que le cloud abstrait derrière une API et une console qui sourient.

Maîtriser le bare-metal, c'est maîtriser le territoire numérique. C'est savoir où les données sont physiquement stockées, dans quel datacenter, dans quel pays, sous quelle juridiction, sur quel hardware, administré par qui. Sans cette maîtrise, on ne sait pas ce qu'on maîtrise — et ce qu'on ne sait pas, on ne peut pas le défendre.

◆ LE SOL NUMÉRIQUE — CE QUE "LE SOL NUMÉRIQUE" N'AVAIT PAS DIT EXPLICITEMENT

L'étude "Le Sol Numérique" du corpus a documenté la géographie des datacenters, la concentration AMS-FRA-DUB, le rachat d'Interxion par Digital Realty pour 8,4 milliards de dollars. Elle n'avait pas posé explicitement la question philosophique : pourquoi la géographie du datacenter est-elle une question de souveraineté et pas seulement de latence ?

La réponse est dans la territorialité du droit. La loi applicable à un datacenter est la loi du pays où il est physiquement situé — et la loi du pays de résidence de l'entreprise qui l'opère. Un datacenter AWS en Irlande est soumis simultanément au droit irlandais, au droit européen, et au droit américain via le Cloud Act — parce qu'AWS est une entreprise américaine. La donnée est physiquement en Europe. Elle est juridiquement accessible depuis les États-Unis. C'est une souveraineté à géométrie variable — et à géométrie variable, c'est une souveraineté nominale.

RATIO

◆ LA PUCE COMME LINGOT — CE QUE LE FER NUMÉRIQUE A ÉTABLI

"Le Fer Numérique" a documenté que la puce est le lingot du XXIe siècle. Cette formule n'est pas une métaphore : elle décrit une réalité géopolitique. Contrôler la production de puces, c'est contrôler le substrat de toute l'infrastructure numérique mondiale — exactement comme contrôler les mines d'or contrôlait les économies au Moyen Âge. TSMC à Taïwan, ASML en Hollande, les terres rares chinoises — le territoire du bare-metal commence dans les mines et les fonderies, pas dans les datacenters.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE CLOUD EXTRATERRITORIAL — ANATOMIE D'UNE DÉPOSSESSION

CE QUE LE CLOUD PUR EXTRAIT DU CONTRÔLE

Le cloud n'est pas mauvais par nature. Il est problématique quand il est pur — c'est-à-dire quand il est la seule option, quand l'option de sortie a disparu, et quand le substrat physique est hors de portée et hors de la juridiction de celui qui en dépend. Dans cette configuration, le cloud n'est pas un service — c'est une dépossession organisée.

◆ CE QUE LE CLOUD EXTRAIT — LES QUATRE DIMENSIONS

La localisation physique : où sont mes données ? Sur quel serveur, dans quel datacenter, dans quelle ville, dans quel pays ? La console AWS dit "eu-west-1" — Paris ou Irlande. Elle ne dit pas le bâtiment, le rack, le serveur, le disque. L'abstraction est totale. L'utilisateur ne sait pas où est physiquement sa donnée — et il n'a pas le droit de le savoir.

La juridiction applicable : le CLOUD Act de 2018 autorise le gouvernement américain à accéder aux données stockées sur des serveurs d'entreprises américaines, quelle que soit leur localisation géographique. Une donnée hébergée chez AWS Frankfurt est juridiquement accessible par le Department of Justice américain sans notification à l'utilisateur européen. C'est une extraterritorialité juridique assumée et légalement encadrée.

La capacité de résiliation unilatérale : AWS, Azure et GCP peuvent suspendre un compte en quelques heures pour violation de leurs conditions générales. Aucun recours préalable, aucune obligation de préavis suffisant pour migrer. Un État ou une organisation critique qui dépend à 100% d'un cloud hyperscaler peut être coupé de son infrastructure par une décision privée américaine.

Le pricing power : les egress fees, les engagements contractuels, la tarification opaque des services — une fois dépendant, l'utilisateur n'a plus de pouvoir de négociation. Le fournisseur fixe les prix. L'utilisateur paie.

◆ LE CLOUD COMME TERRITOIRE LOUÉ AVEC CLAUSE DE RÉSILIATION UNILATÉRALE

La métaphore du fermier s'applique exactement. L'organisation qui migre la totalité de son infrastructure vers AWS loue un territoire numérique étranger. Le contrat de location peut être modifié unilatéralement. Le bail peut être résilié sans préavis suffisant. La loi applicable n'est pas la loi du locataire. Et le locataire ne peut pas inspecter le sous-sol de sa propre terre. Ce n'est pas de la souveraineté — c'est de la précarité numérique.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LES TROIS VULNÉRABILITÉS CONCRÈTES

JURIDIQUE · ÉCONOMIQUE · OPÉRATIONNELLE

◆ VULNÉRABILITÉ I — JURIDIQUE : LE CLOUD ACT ET L'EXTRATERRITORIALITÉ

Le Clarifying Lawful Overseas Use of Data Act (CLOUD Act, 2018) autorise les autorités américaines à accéder aux données contrôlées par des entreprises soumises au droit américain, indépendamment du lieu de stockage physique. AWS, Azure, GCP sont des entreprises américaines. Leurs données — y compris celles stockées dans des datacenters européens — sont potentiellement accessibles au DOJ américain via un mandat judiciaire américain, sans notification obligatoire à l'utilisateur européen. Cette extraterritorialité entre en tension directe avec le RGPD européen. L'organisation qui héberge des données personnelles de citoyens européens chez un hyperscaler américain est structurellement en conflit de juridictions — un conflit qu'elle ne peut pas résoudre par sa seule décision.

◆ VULNÉRABILITÉ 2 — ÉCONOMIQUE : LE LOCK-IN COMME CAPTURE

L'étude "Anatomie de la Perdition" a documenté les mécanismes du lock-in technique — formats propriétaires, services sans équivalent souverain, certifications qui enchaînent les équipes aux plateformes. La conséquence économique est documentée dans "Le Sol Numérique" : les organisations qui ont migré vers le cloud pour réaliser des économies d'échelle découvrent 18 à 36 mois plus tard que leurs coûts ont augmenté. Les egress fees — les frais de sortie des données — sont le mécanisme économique qui rend le lock-in permanent. On entre dans le cloud gratuitement. On en sort en payant. C'est la structure tarifaire d'un territoire dont on ne peut pas partir.

◆ VULNÉRABILITÉ 3 — OPÉRATIONNELLE : LA DÉPENDANCE À UN TIERS POUR LES FONCTIONS CRITIQUES

En juillet 2021, une panne d'Akamai a mis hors ligne simultanément les sites de plusieurs gouvernements, banques centrales et services de santé publique. En décembre 2021, une panne AWS us-east-1 a paralysé des dizaines de services critiques pendant plusieurs heures. Ces incidents ne sont pas des accidents — ils sont la démonstration structurelle que la concentration d'infrastructure chez quelques fournisseurs crée des points de défaillance systémiques. Un État qui dépend à 100% d'AWS pour ses services numériques critiques remet sa continuité opérationnelle à une entreprise privée américaine qui n'a aucune obligation de service public envers lui.

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA RECONSTRUCTION DE LA SOUVERAINETÉ

TROIS CONDITIONS NÉCESSAIRES — AUCUNE SUFFISANTE SEULE

La souveraineté numérique ne se décrète pas. Elle se construit — par des investissements humains, techniques et politiques qui s'articulent et se renforcent mutuellement. Trois conditions sont nécessaires. Chacune est insuffisante sans les deux autres.

◆ CONDITION 1 — LES INGÉNIEURS QUI SAVENT

La souveraineté numérique repose sur un corps professionnel capable de construire, d'opérer et de maintenir une infrastructure indépendante des hyperscalers. Ce corps, c'est le SRE bare-metal, l'administrateur système, l'ingénieur réseau documentés dans "L'État et le Corps Invisible". Sans ce corps, toute politique de souveraineté reste nominale — on peut décréter la préférence pour les acteurs européens, si personne ne sait opérer les datacenters d'OVHcloud, la politique est vide. "Le Départ du Dernier Qui Sait" a documenté le coût de la disparition de ce savoir. "Le Mentor et le Métal" a documenté le seul mécanisme qui permet de le transmettre. "Le Socle du Fer" est la proposition concrète de le reconstruire.

◆ CONDITION 2 — LES OUTILS QUI PERMETTENT

Les acteurs souverains européens existent — OVHcloud, Ecritel, Scaleway, Hetzner, Infomaniak, Clever Cloud. Ils ont des datacenters, des offres, des équipes. Ils ne peuvent pas absorber la demande potentielle faute de personnel qualifié (condition 1) et faute de politique de préférence qui orienterait les marchés vers eux (condition 3). L'infrastructure souveraine existe dans ses briques élémentaires. Elle n'existe pas comme alternative crédible à grande échelle — parce que les deux autres conditions ne sont pas réunies.

◆ CONDITION 3 — LA DÉCISION POLITIQUE

L'État qui préconise la souveraineté numérique dans ses discours et héberge ses propres données chez AWS pratique une injonction contradictoire. La décision politique nécessaire comprend : préférence européenne dans les marchés publics numériques, certifications obligatoires pour les prestataires des administrations, financement de la formation infrastructure (Socle du Fer conventionné avec France Travail), titre protégé RNCP pour les métiers infrastructure, rapport annuel sur l'état du corps. Ces six leviers ont été documentés dans "L'État et le Corps Invisible". Sans décision politique, les conditions 1 et 2 restent des potentiels non activés.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA SOUVERAINETÉ GRADUELLE — UNE PROPOSITION RÉALISTE

NI TOUT-CLOUD NI TOUT-BARE-METAL — L'ARCHITECTURE DE LA SOUVERAINETÉ

La souveraineté numérique absolue est un horizon, pas un état atteignable à court terme. Ce qui est atteignable immédiatement, c'est une architecture de souveraineté graduelle — une approche qui distingue les données et systèmes selon leur criticité et leur sensibilité, et qui alloue chaque catégorie à l'infrastructure qui garantit le niveau de contrôle approprié.

◆ L'ARCHITECTURE DE SOUVERAINETÉ GRADUELLE

Tier 1 — Infrastructure critique : données de santé, données judiciaires, données fiscales, systèmes de défense, réseaux d'énergie, télécommunications critiques. Sur infrastructure physique souveraine, en France ou dans l'UE, opérée par des acteurs certifiés, auditables, soumis au droit français et européen uniquement. Zéro cloud extraterritorial.

Tier 2 — Infrastructure sensible : données personnelles de citoyens, systèmes administratifs, systèmes de santé non critiques, systèmes judiciaires non critiques. Sur cloud souverain européen (SecNumCloud, C5 allemand) ou infrastructure hybride avec clause de portabilité et audit tiers annuel.

Tier 3 — Infrastructure non critique : sites web publics, services de communication non sensibles, outils de productivité. Cloud libre avec clauses contractuelles de portabilité réelle et plafonnement des egress fees. L'ultimatum Opération Dindon est précisément cette demande : commits résiliables, egress fees raisonnables, portabilité réelle, CLOUD Act limité à son territoire.

◆ CE QUE CETTE ARCHITECTURE EXIGE CONCRÈTEMENT

— Des ingénieurs capables d'opérer le Tier 1 (condition 1 — le corps SRE bare-metal)
— Des acteurs européens capables d'absorber le Tier 2 (condition 2 — OVHcloud, Ecritel, Scaleway)
— Une politique publique qui finance les Tier 1 et 2 et régule le Tier 3 (condition 3 — préférence dans les marchés publics)
— Et une culture d'ingénierie qui comprend pourquoi ces distinctions existent — ce que le Socle du Fer cherche à construire depuis le début.

RAITO

◆ NASSIHA — LA SOUVERAINETÉ EST UNE OPTION, PAS UNE PRISON

Cette étude ne défend pas la fermeture. Elle défend la capacité d'ouvrir et de fermer à volonté. Un État souverain peut choisir de travailler avec des partenaires étrangers — parce qu'il a les compétences pour s'en passer s'il le faut. C'est cette option de sortie qui définit la souveraineté. Sans elle, il n'y a pas de partenariat — il y a de la dépendance.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA THÈSE CONDENSÉE — CE QUE LE CORPUS A TOUJOURS DIT

DE BODIN À KUBERNETES — LA MÊME VÉRITÉ

Le corpus Opération Dindon a produit plus de vingt études structurelles. En relisant ces études avec le recul de cette thèse fondatrice, on constate qu'elles disent toutes la même chose — sous des angles différents, avec des données différentes, pour des publics différents. Cette même chose est la thèse de cette étude.

◆ LA THÈSE EN UNE PHRASE

Nulle souveraineté numérique sans maîtrise du bare-metal.

Et nulle maîtrise du bare-metal sans les ingénieurs qui le comprennent,

sans les organisations qui l'opèrent,

et sans les États qui les protègent.

◆ CE QUE CHAQUE ÉTUDE DU CORPUS DISAIT DE CETTE THÈSE

Anatomie de la Perdition → comment la maîtrise du bare-metal se perd par capture cognitive.

Le Fer Numérique → que le substrat du bare-metal commence dans les mines et les fonderies de puces.

Le Sol Numérique → que la géographie des datacenters est une question de souveraineté territoriale.

La Crise Infrationnelle → que la souveraineté se perd d'abord dans les mots avant de se perdre dans les compétences.

L'État et le Corps Invisible → que l'État ne protège pas le corps professionnel qui est la condition de sa propre souveraineté.

La Boucle Infrationnelle → comment le marché détruit ce corps sans que personne ne l'ait décidé.

Le Mentor et le Métal → que la transmission du savoir est le seul mécanisme qui maintient ce corps en vie.

Le Socle du Fer → que la reconstruction commence avant le bac, dans les salles de cours et les ateliers.

RATIO

◆◆◆

L'homme est souverain quand il peut agir sur la matière.
Le cloud pur extraterritorial lui retire cette capacité.
Le bare-metal la lui restitue.
Tout le reste est conséquence.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE II

MÉCANISMES DE CAPTURE

17 pièces

HUMAN

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA CRISE INFRATIONNELLE

Quand les mots perdent leur poids

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude introduit un néologisme — *infrationnelle* — pour nommer un phénomène documenté mais sans nom. Comme l'inflation monétaire dilue la valeur de la monnaie, l'inflation des mots techniques dilue la valeur des concepts. Quand "infrastructure" peut désigner une VM créée par Terraform, quand "DevOps" peut désigner un poste à pourvoir à mi-chemin entre deux métiers distincts, les mots cessent de protéger la réalité qu'ils désignaient. Et quand les mots lâchent, les compétences suivent.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE NÉOLOGISME

INFRATIONNELLE — POURQUOI CE MOT ÉTAIT NÉCESSAIRE

Un néologisme n'est justifié que s'il nomme quelque chose qui n'avait pas encore de nom. *Infrationnelle* est justifié. Il désigne un phénomène précis : la dévaluation progressive des mots techniques par surinflation de leur usage, au point que ces mots ne protègent plus les réalités qu'ils désignaient. Exactement comme l'inflation monétaire — quand trop de monnaie circule pour la même quantité de biens, la monnaie perd sa valeur. Quand trop de réalités distinctes sont désignées par le même mot, le mot perd sa valeur.

◆ L'ÉTYMOLOGIE COMME POINT DE DÉPART

Infra vient du latin — en dessous. *Structure* — le socle, ce qui soutient tout le reste. L'infrastructure est ce qui est en dessous et qui porte. Cette étymologie n'est pas un détail grammatical — c'est une définition fonctionnelle. L'infrastructure est la couche basse, physique, tangible, qui conditionne l'existence de toutes les couches au-dessus. Elle ne peut pas être du code. Elle peut être *gérée* par du code, *décrite* par du code, *documentée* par du code. Mais elle reste du métal, du câble, de l'électricité, de la chaleur et des disques qui tombent en panne.

◆ POURQUOI LA PERTE DU SENS EST UN PROBLÈME OPÉRATIONNEL

Ce n'est pas un débat sémantique. Quand le mot "infrastructure" perd sa dimension physique dans le langage courant des équipes techniques, les ingénieurs formés dans cet environnement linguistique n'apprennent pas à penser en couches physiques. Ils apprennent à penser en ressources cloud. Quand la panne arrive — la vraie, celle qui est dans le câble, dans la carte réseau, dans l'alimentation redondante qui ne l'est plus — personne ne sait chercher là où le problème est. Parce que personne n'a appris que c'est là qu'on cherche.

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE ÉTUDE NE PRÉTEND PAS

Cette étude ne prétend pas que le cloud est mauvais, que Terraform est inutile, ou que DevOps est une erreur. Elle prétend que le choix des mots a des conséquences réelles sur les compétences qui se développent ou ne se développent pas. Et que certains de ces choix lexicaux n'ont pas été innocents.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · PREMIER CAS — INFRASTRUCTURE AS CODE

LE MÉTAL N'A JAMAIS ÉTÉ DU CODE

"Infrastructure as Code" est devenu l'un des concepts centraux de l'industrie DevOps. L'idée d'origine — gérer la configuration des systèmes avec les mêmes pratiques rigoureuses que le code logiciel, versioning, tests, revue par les pairs — était intellectuellement juste. Le problème n'est pas l'intention. Le problème est le mot.

Le mot "Infrastructure" dans "Infrastructure as Code" ne désigne pas l'infrastructure. Il désigne la configuration de ressources virtuelles — des VM, des groupes de sécurité, des load balancers, des buckets S3. Ces ressources existent sous forme de paramètres dans la console d'un hyperscaler. L'infrastructure réelle — les serveurs physiques sur lesquels ces ressources s'exécutent, les racks dans lesquels ces serveurs sont installés, les câbles qui les relient, l'alimentation électrique qui les alimente, la climatisation qui les refroidit — n'est pas du code. Elle n'a jamais été du code. Elle ne peut pas être du code.

◆ L'ANALOGIE QUI EXPOSE L'ABSURDITÉ

AéroportAsCode. AutorouteAsCode. CentraleNucléaireAsCode.

Personne n'oserait appeler "code" le béton des pistes, l'acier des ponts ou les turbines des réacteurs. Personne ne prétendrait qu'un fichier de configuration YAML "est" un aéroport. Pourtant c'est exactement ce que "Infrastructure as Code" normalise pour les systèmes informatiques. Un fichier Terraform qui crée une VM n'est pas de l'infrastructure. C'est du code qui envoie une requête API à un hyperscaler pour qu'il alloue des ressources sur son infrastructure physique — que vous ne verrez jamais, dont vous ignorez l'état, et que vous ne contrôlez pas.

◆ CE QU'ON AURAIT DÛ APPELER ÇA

"Configuration as Code" — précis, exact, sans ambiguïté. La configuration des ressources cloud décrite de manière déclarative et versionnée. Ce mot aurait décrit la même pratique sans prétendre que du code peut être de l'infrastructure physique. Il n'a pas été choisi. "Infrastructure as Code" a été préféré — parce qu'il donne l'illusion que maîtriser Terraform, c'est maîtriser l'infrastructure. Et cette illusion sert les intérêts de ceux qui vendent l'accès à l'infrastructure réelle.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · DEUXIÈME CAS — DEVOPS ET LA FAMILLE XXXOPS

LA DILUTION PAR LE SUFFIXE

DevOps est né d'un constat réel et d'une intention légitime. En 2009, Patrick Debois et ses contemporains observaient un mur structurel entre les équipes de développement — qui livrent du code — et les équipes d'opérations — qui maintiennent les systèmes. Ce mur produisait des cycles de déploiement lents, des pannes de mise en production fréquentes, et une absence de responsabilité partagée sur la disponibilité des systèmes. DevOps était une philosophie pour abattre ce mur par la culture, les pratiques et les outils. L'intention était juste.

Mais une philosophie juste avec un mauvais nom produit de mauvais effets à l'échelle. "DevOps" fusionnait deux métiers distincts sous un seul mot — et ce choix lexical a ouvert la voie à ce qu'il cherchait pourtant à éviter.

◆ LE DANGER DU MOT "DEVOPS" — MÊME BIEN INTENTIONNÉ

Un développeur et un ingénieur système ont des compétences fondamentalement différentes, acquises par des parcours différents, exercées dans des contextes différents. Leur collaboration est précieuse. Leur fusion sous un seul titre ne crée pas un profil plus complet — elle crée un profil plus flou. Un "ingénieur DevOps" qui excelle en CI/CD peut ne rien savoir de la gestion d'un incident réseau à 3h du matin. Un "ingénieur DevOps" qui maîtrise le diagnostic système peut écrire du code de qualité médiocre. La fusion des noms n'a pas fusionné les compétences. Elle a dilué les critères d'évaluation des deux.

◆ LA PROLIFÉRATION XXXOPS — L'INFLATION GALOPANTE

DevOps a été suivi de FinOps, SecOps, MLOps, DataOps, GitOps, CloudOps, PlatformOps. Chaque nouveau suffixe "Ops" promet la même chose : la fusion de deux mondes qui travaillaient en silos. Chaque nouveau suffixe dilue un peu plus le sens du mot "opérations". À force de tout appeler "Ops", le mot ne désigne plus rien de précis. Et quand le mot "opérations" ne désigne plus rien de précis, les compétences opérationnelles réelles — celles qui maintiennent les systèmes en production la nuit — deviennent invisibles dans les référentiels, les fiches de poste et les plans de formation.

◆ NASSIHA — LA BONNE QUESTION N'EST PAS "DEV OU OPS ?"

La bonne question est : quelles compétences sont nécessaires pour maintenir ce système en production à 3h du matin, et qui les possède dans l'équipe ? Cette question n'est pas une question de titre. Elle est une question de réalité opérationnelle. Et elle mérite une réponse précise — pas un titre générique qui rassure les recruteurs sans engager personne sur rien.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LES CONSÉQUENCES

CE QUE L'INFLATION DES MOTS A PRODUIT

L'inflation des mots techniques n'est pas un phénomène culturel sans conséquences. Elle a produit trois résultats concrets et mesurables sur le marché de l'infrastructure numérique.

◆ CONSÉQUENCE 1 — UNE GÉNÉRATION SANS COUCHE PHYSIQUE

Des milliers d'ingénieurs formés depuis 2015 ont appris à "provisionner de l'infrastructure" sans jamais toucher un serveur physique, sans jamais câbler un switch, sans jamais diagnostiquer une panne réseau sur du métal nu. Ils ont appris à manipuler des abstractions — des ressources cloud, des fichiers Terraform, des pipelines CI/CD. Ces compétences sont réelles et utiles. Mais elles s'arrêtent à la couche API. En dessous de la couche API, il y a une infrastructure physique dont personne ne leur a appris l'existence — parce que le vocabulaire leur a donné l'illusion qu'elle n'existait pas, ou qu'elle n'avait pas besoin d'être connue.

◆ CONSÉQUENCE 2 — DES BUDGETS CLOUD QUI EXPLOSENT SANS QUE PERSONNE NE COMPRENNE POURQUOI

Les organisations qui ont migré "vers le cloud pour réaliser des économies d'échelle" découvrent en général, 18 à 36 mois après la migration, que leurs coûts d'infrastructure ont augmenté plutôt que diminué. Une partie de cette augmentation est structurelle — les modèles de pricing cloud sont conçus pour croître avec l'usage. Mais une autre partie est évitable et provient directement de l'ignorance de la couche physique : surprovisionnement de ressources parce que personne ne sait dimensionner, egress fees ignorés parce que personne n'avait compris qu'il y avait des frais de sortie, architectures cloud-native qui répliquent des patterns on-premises sans les optimiser.

◆ CONSÉQUENCE 3 — UN MARCHÉ EN PÉNURIE D'INGÉNIEURS FULL-STACK INFRASTRUCTURE

Le marché manque cruellement d'ingénieurs capables de maîtriser l'infrastructure de la couche physique jusqu'à la couche applicative — de l'électricité au service. Ce profil existait. Il s'appelait administrateur système, ingénieur infrastructure, SRE. Il a été progressivement remplacé dans les fiches de poste par des "ingénieurs DevOps" et des "ingénieurs cloud" dont les compétences s'arrêtent à la couche API. Le profil complet n'a pas disparu parce que la compétence est devenue impossible à acquérir. Il a disparu parce que le vocabulaire a cessé de le valoriser — et que le marché suit le vocabulaire.

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA STRATÉGIE DERRIÈRE L'INFLATION

L'INFLATION N'A PAS ÉTÉ ACCIDENTELLE

L'inflation infrationnelle n'est pas le résultat d'une maladresse collective dans le choix des mots. Elle est le résultat d'une stratégie délibérée — pas nécessairement concertée, mais cohérente dans ses effets — de la part des acteurs qui ont le plus à gagner de la dilution des compétences infrastructure.

◆ QUI BÉNÉFICIE DE L'ILLUSION "INFRASTRUCTURE AS CODE" ?

AWS, Azure et GCP bénéficient directement de la conviction que maîtriser Terraform ou CloudFormation équivaut à maîtriser l'infrastructure. Si les ingénieurs croient que l'infrastructure, c'est du code, ils n'ont pas besoin de comprendre ce qu'il y a sous le code. Et s'ils n'ont pas besoin de comprendre ce qu'il y a sous le code, ils n'ont jamais de raison de se demander si ce qu'il y a sous le code pourrait appartenir à quelqu'un d'autre qu'un hyperscaler. La console AWS qui "provisionne de l'infra" est un interface de location, pas un outil de maîtrise. Le vocabulaire efface la distinction.

◆ QUI BÉNÉFICIE DE LA DILUTION "DEVOPS" ?

Deux acteurs bénéficient de la dilution des métiers. Les employeurs qui remplacent deux spécialistes par un généraliste moins coûteux — le titre "DevOps" justifie de payer moins deux expertises distinctes sous un seul salaire. Et les éditeurs d'outils qui vendent des plateformes "DevOps" censées résoudre par l'outillage ce que seule la culture et la compétence peuvent résoudre. Le mot "DevOps" est devenu un marché. Comme tous les marchés, il est shapé par les acteurs qui en bénéficient.

◆ LE LIEN AVEC "ANATOMIE DE LA PERDITION"

La première étude du corpus Opération Dindon documentait la dissolution des compétences infrastructure et la capture cognitive par les hyperscalers. La crise infrationnelle est le mécanisme linguistique qui a rendu cette dissolution possible. On ne peut pas perdre ce qu'on ne sait pas nommer. On ne peut pas nommer ce dont on a perdu la définition. L'inflation des mots a précédé et conditionné la dissolution des compétences. Ce n'est pas une coïncidence.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

REPRENDRE LE CONTRÔLE DES MOTS

Reprendre le contrôle des mots n'est pas un exercice de nostalgie ou de purisme lexical. C'est une nécessité opérationnelle. Les mots que nous utilisons pour décrire notre métier façonnent les compétences que nous développons, les recrutements que nous faisons, les formations que nous dispensons, et les architectures que nous concevons. Des mots précis produisent des ingénieurs précis. Des mots flous produisent des ingénieurs flous.

◆ MESURE 1 — DISTINGUER CONFIGURATION ET INFRASTRUCTURE DANS LE VOCABULAIRE

Appeler "Configuration as Code" ce qui est de la configuration déclarative de ressources virtuelles. Réserver le mot "Infrastructure" à ce qu'il désigne — la couche physique, tangible, qui porte tout le reste. Cette distinction n'est pas une question de style — elle est une question de précision opérationnelle. Un ingénieur qui sait que Terraform gère de la configuration, pas de l'infrastructure, sait qu'il y a une couche en dessous qu'il ne voit pas et dont il doit tenir compte.

◆ MESURE 2 — NOMMER LES COMPÉTENCES SÉPARÉMENT

Distinguer dans les fiches de poste, les référentiels de compétences et les plans de formation ce qui relève du développement (écrire du code qui résout des problèmes métier), de l'ingénierie infrastructure (maîtriser la couche physique jusqu'à la couche service) et de la fiabilité (concevoir et maintenir des systèmes disponibles en production). Ces trois compétences peuvent coexister chez un même individu — certains SRE excellent dans les trois. Elles ne peuvent pas être supposées présentes sous l'effet d'un titre générique.

◆ MESURE 3 — FORMER À LA COUCHE PHYSIQUE AVANT LA COUCHE ABSTRAITE

Le Socle du Fer — 26 semaines de l'électricité au réseau — est construit sur ce principe : on ne peut pas maîtriser l'abstraction si on ne comprend pas ce qu'elle abstrait. Un ingénieur qui a appris à câbler un switch avant d'apprendre à configurer un VPC comprend ce qu'est réellement un réseau. Un ingénieur qui n'a connu que le VPC croit que le réseau est un fichier JSON. La formation à la couche physique n'est pas une nostalgie — c'est la condition de la compréhension réelle.

RATIO

◆◆◆

Reprenons le contrôle des mots avant d'essayer de reprendre le contrôle de nos infrastructures. Les deux sont liés. Dans cet ordre.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA BOUCLE INFRATIONNELLE

Comment le DevOps fabrique la pénurie qui justifie ses propres excès

RATIO

◆ **CONTEXTE DE L'ÉTUDE**

Cette étude documente une boucle systémique qui n'a pas encore été nommée comme telle : le DevOps, en diluant les compétences bare-metal, crée une pénurie de profils qui fait exploser les salaires d'embauche, ce qui produit une compression salariale qui pousse les seniors à partir, ce qui approfondit la pénurie, ce qui fait remonter les salaires — et ainsi de suite. La victime directe est l'ingénieur senior en place. La victime structurelle est la souveraineté numérique. Le bénéficiaire indirect est l'hyperscaler.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Formateur depuis 2006 · De l'électricité à Kubernetes · Tous publics

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LA BOUCLE — ANATOMIE D'UN SYSTÈME QUI SE REFERME

SIX ÉTAPES. UN CYCLE. PERSONNE AU VOLANT.

La boucle infrationnelle n'est pas le résultat d'une décision malveillante. Elle est le résultat d'une série de décisions localement rationnelles qui produisent globalement un système irrationnel. Chaque acteur agit selon ses intérêts. Le résultat collectif est une spirale que personne ne pilote.

◆ LES SIX ÉTAPES DE LA BOUCLE

ÉTAPE I — LE DEVOPS DILUE LES COMPÉTENCES BARE-METAL : documenté dans "La Crise Infrationnelle". Le titre "ingénieur DevOps" remplace "administrateur système" et "SRE" dans les fiches de poste et les formations. La couche physique disparaît des référentiels.

ÉTAPE 2 — LA PÉNURIE DE PROFILS BARE-METAL S'INSTALLE : documenté dans "L'État et le Corps Invisible". Le marché manque cruellement d'ingénieurs capables de maîtriser la couche physique. La pénurie est structurelle, pas conjoncturelle.

ÉTAPE 3 — LES SALAIRES D'EMBAUCHE EXPLOSENT : les entreprises qui ont besoin d'un vrai SRE bare-metal — OVHcloud, Ecritel, Scaleway, mais aussi les grandes ESN — se disputent un vivier réduit. Pour attirer, elles surenchérissent sur les salaires d'entrée. Le marché externe monte.

ÉTAPE 4 — LA COMPRESSION SALARIALE SE CRÉE : pendant que le marché externe monte de 8 à 12% par an, les revalorisations internes stagnent à 2 à 4%. En trois à cinq ans, le nouveau recruté touche autant, parfois plus, que le senior qui a cinq ans d'ancienneté dans l'entreprise.

ÉTAPE 5 — LE SENIOR PART OU S'EXÉCUTE : constatant la compression, l'ingénieur senior a trois options — accepter l'injustice et se démotiver, demander une revalorisation (souvent refusée ou accordée en aumône), ou partir. La plupart partent. Certains font le gap délibéré — quelques mois ailleurs pour se "synchroniser" avec le marché, puis revenir ailleurs ou au même endroit au prix du marché.

ÉTAPE 6 — LA PÉNURIE S'APPROFONDIT : le départ du senior aggrave la pénurie. L'entreprise recrute son remplaçant au prix du marché — plus cher que ce que le senior coûtait après revalorisation. Elle a perdu le savoir tacite, elle paie plus pour le remplacer, et le cycle recommence.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA PAY COMPRESSION — LE MÉCANISME DOCUMENTÉ

QUAND LE NOUVEAU RECRUTÉ DÉPASSE LE SENIOR EN PLACE

La pay compression — compression salariale — est un phénomène documenté en RH et en économie du travail. Elle décrit la situation où l'écart entre les salaires des employés expérimentés et ceux des nouveaux recrutés se réduit jusqu'à disparaître, voire s'inverser. Dans le secteur tech en général, et dans l'infrastructure en particulier, cette compression a atteint des niveaux critiques entre 2021 et 2026.

◆ LES SEUILS D'ALERTE — CHIFFRES DOCUMENTÉS

La recherche en compensation management identifie des seuils précis. Moins de 10% d'écart entre le salaire d'un nouveau recruté et celui d'un employé de 3 ans dans le même rôle : signal de danger. Moins de 5% d'écart : risque de rétention actif. Écart négatif — le nouveau recruté gagne plus que le senior : fuite immédiate des meilleurs performers. Le coût du départ d'un employé clé représente 50 à 150% de son salaire annuel en coûts de remplacement — recrutement, onboarding, perte de productivité, perte de savoir tacite. La compression n'est jamais une économie à long terme.

◆ LA MÉCANIQUE EN INFRASTRUCTURE BARE-METAL

En France en 2026, un SRE confirmé touche en moyenne 67 500€ selon PayScale — contre 43 500€ pour un ingénieur DevOps (même source). L'écart de 24 000€ reflète la rareté de la compétence bare-metal. Mais cet écart ne profite pas au senior en place — il profite au nouveau recruté sur le marché externe. L'ingénieur SRE qui a cinq ans d'ancienneté dans une entreprise avec des revalorisations à 3% annuels se retrouve rapidement sous le prix du marché. Son employeur paie le prix du marché pour recruter son successeur potentiel — sans jamais avoir payé ce prix pour le fidéliser.

◆ LA PÉRIODE 2021-2026 — LA COMPRESSION SYSTÉMIQUE

La compétition intense pour attirer les profils tech rares a fait monter les salaires d'entrée de 8 à 12% par an dans le secteur infrastructure, pendant que les employés existants recevaient des augmentations de 2 à 4%. En cinq ans d'accumulation, l'écart peut dépasser 30 à 40%. L'ingénieur recruté en 2021 à 55 000€ avec 4% d'augmentation annuelle est à 65 000€ en 2026. Son successeur potentiel sur le marché est proposé à 75 000 à 80 000€. La compression est de 15 à 20% — suffisante pour déclencher la fuite.

◆ NASSIHA — CE N'EST PAS UNE ERREUR RH. C'EST UNE STRUCTURE

La pay compression n'est pas le résultat d'une maladresse des équipes RH. Elle est le résultat structurel de l'absence de politique de rémunération dynamique dans un marché en forte tension. Les RH gèrent des budgets d'augmentation fixés par la direction — généralement 2 à 4% — pendant que le marché externe évolue à 8 à 12%. Sans décision volontaire d'alignement, la compression s'installe mécaniquement.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · L'ENTRETIEN ANNUEL ET LES 50€ D'AUMÔNE

LA VIOLENCE SYMBOLIQUE DE LA REVALORISATION DÉRISOIRE

L'entretien annuel d'évaluation est le moment où la compression salariale devient visible pour l'ingénieur. C'est aussi le moment où l'organisation commet, souvent sans s'en rendre compte, l'une des erreurs de management les plus coûteuses qui soit.

◆ LE FORMULAIRE AVANT L'ENTRETIEN — LA RÉPULSION ADMINISTRATIVE

Avant même l'entretien, il y a le formulaire. L'auto-évaluation de 15 à 30 questions sur les compétences, les objectifs, les valeurs de l'entreprise, l'alignement stratégique. L'ingénieur infrastructure qui vient de gérer 12 incidents en production, qui a migré deux serveurs critiques, qui a documenté l'architecture que personne d'autre ne connaît — cet ingénieur passe une heure à remplir un formulaire conçu pour évaluer des profils commerciaux. Le signal implicite est clair : votre travail n'est pas mesurable dans notre système. Remplissez quand même le formulaire.

◆ L'ENTRETIEN — LE MOMENT DE VÉRITÉ MAL GÉRÉ

L'entretien lui-même dure 45 minutes. Le manager est bienveillant. Le feedback est positif. "Vous faites un travail exceptionnel, vous êtes indispensable à l'équipe." Puis vient la revalorisation : 50€ brut par mois. 600€ par an. 1,1% d'augmentation pour un ingénieur dont le marché externe a progressé de 10%. La dissonance entre le discours valorisant et la revalorisation dérisoire est l'une des formes les plus documentées de démotivation — elle dit deux choses contradictoires simultanément : "vous êtes précieux" et "votre valeur ne mérite pas d'investissement réel".

◆ LE CALCUL QUE L'INGÉNIEUR FAIT DANS SA TÊTE

L'ingénieur sort de l'entretien et fait un calcul simple. Son salaire actuel : 62 000€. Son marché : 72 000 à 75 000€ selon les offres qu'il voit passer. Son augmentation : 700€ brut annuels. La compression est de 10 000 à 13 000€. Pour la combler avec des augmentations annuelles à 1,1%, il lui faudrait 12 à 15 ans. Ou 3 mois de gap. Le calcul est trivial. La décision est prise.

RAITI

◆ CE QUE L'ORGANISATION PERD — LE CALCUL QU'ELLE NE FAIT PAS

L'organisation ne fait pas le calcul inverse. Le coût de remplacement de cet ingénieur : 50 à 150% de son salaire annuel, soit 31 000 à 93 000€. Le coût du recrutement de son successeur au prix du marché : 72 000 à 75 000€ de salaire. La perte de savoir tacite : non mesurée mais documentée dans "Le Départ du Dernier Qui Sait" comme irremplaçable à court terme. L'investissement dans la revalorisation qui aurait évité tout ça : 10 000€ par an. Le choix de ne pas revaloriser est une décision qui coûte 100 000€ pour économiser 10 000€.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE GAP VOLONTAIRE — LA STRATÉGIE RATIONNELLE DE L'ABSURDE

PARTIR POUR REVENIR AU PRIX DU MARCHÉ

Le gap volontaire est la réponse individuelle et rationnelle à un système collectivement irrationnel. L'ingénieur infrastructure qui a compris la mécanique de la compression salariale fait une chose simple : il part quelques mois, et revient — ou va ailleurs — au prix du marché. C'est absurde. C'est efficace. Et c'est le système lui-même qui le produit.

◆ LA MÉCANIQUE DU GAP — COMMENT ÇA FONCTIONNE

L'ingénieur démissionne. Il prend 2 à 4 mois de gap — soit pour souffler, soit pour faire des missions courtes en freelance ou en intérim, soit pour simplement se repositionner sur le marché. Puis il postule — à d'autres entreprises ou parfois au même employeur — avec un CV "actualisé" et une disponibilité immédiate. Il est recruté au prix du marché, soit 10 000 à 15 000€ de plus que son précédent salaire. Le gap a duré 3 mois. Il a récupéré en une négociation ce que 10 ans d'augmentations annuelles ne lui auraient pas donné.

◆ POURQUOI C'EST ABSURDE STRUCTURELLEMENT

Le système rémunère le départ, pas la fidélité. Il rémunère la rupture de contrat, pas la continuité. Il rémunère l'absence de connaissance de l'entreprise — le nouveau recruté ne connaît pas les systèmes, les incidents passés, les configurations non documentées — plus que la présence de cette connaissance. Et il punit la loyauté — l'ingénieur qui reste voit sa valeur marché augmenter pendant que son salaire stagne. Ce n'est pas une anomalie : c'est le signal que le système envoie systématiquement à ses meilleurs éléments.

◆ CE QUE LE GAP COÛTE À L'ÉCOSYSTÈME

Chaque gap volontaire retire temporairement du marché un profil rare. Si 20% des SRE bare-metal font un gap de 3 mois par an — chiffre plausible dans un contexte de compression forte — c'est 5% de la capacité totale du corps qui est indisponible à tout moment. Dans un corps déjà en pénurie structurelle, cette indisponibilité chronique aggrave la pénurie, fait monter les salaires d'entrée, et approfondit la compression pour ceux qui sont restés. La boucle se resserre.

◆ NASSIHA — NE PAS BLÂMER L'INGÉNIEUR

Le gap volontaire est une réponse rationnelle à un signal irrationnel. L'ingénieur qui le fait ne trahit pas son employeur — il applique la logique du marché que son employeur lui impose. Blâmer l'ingénieur pour le turnover tout en refusant de revaloriser au prix du marché, c'est blâmer l'eau de couler vers le bas. La correction est structurelle ou elle n'est pas.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · QUI BÉNÉFICIE DE CETTE BOUCLE ?

LA BOUCLE N'EST PAS NEUTRE — ELLE A DES BÉNÉFICIAIRES

Une boucle systémique qui se maintient dans le temps sans correction produit toujours des bénéficiaires — des acteurs dont les intérêts sont servis par le statu quo. Identifier ces bénéficiaires n'est pas de la paranoïa. C'est de l'analyse structurelle.

◆ BÉNÉFICIAIRE 1 — LES HYPERSCALERS

Un marché en pénurie de compétences bare-metal est un marché où les organisations ne peuvent pas construire leur propre infrastructure souveraine — parce qu'elles n'ont pas les ingénieurs pour l'opérer. La dépendance au cloud hyperscaler est directement proportionnelle à la pénurie de compétences locales. Les hyperscalers n'ont pas créé la boucle infrationnelle — mais ils en bénéficient structurellement. Chaque SRE qui part en gap ou qui se recycle en "cloud architect" est un ingénieur de moins capable de construire hors du cloud.

◆ BÉNÉFICIAIRE 2 — LES CABINETS DE RECRUTEMENT

Le turnover élevé dans les profils infrastructure est une manne pour les cabinets de recrutement spécialisés tech. Un cabinet qui place un SRE senior perçoit 15 à 25% du salaire annuel — soit 10 000 à 18 000€ par placement. Un marché en compression chronique produit un turnover chronique qui produit des placements chroniques. Ce n'est pas un complot — c'est un intérêt économique aligné avec le statu quo.

◆ VICTIME 1 — L'INGÉNIEUR EN PLACE

L'ingénieur infrastructure qui reste dans son entreprise est la première victime de la boucle. Son salaire stagne pendant que son marché progresse. Son savoir tacite s'approfondit pendant que sa valeur nominale régresse. Son engagement se dégrade — ADP documente que la compression salariale produit "une faible motivation, une réduction de la productivité et des difficultés à retenir le personnel". Il finit par partir ou par se résigner — les deux sont une perte.

◆ VICTIME 2 — LES ACTEURS SOUVERAINS

OVHcloud, Ecritel, Scaleway, Clever Cloud — les acteurs souverains européens qui dépendent précisément des profils bare-metal pour opérer leurs infrastructures — sont victimes de la boucle au même titre que leurs clients. Ils se disputent un vivier réduit à des salaires gonflés, perdent des profils au profit d'hyperscalers mieux dotés financièrement, et ne peuvent pas absorber la demande potentielle si une politique de souveraineté numérique se mettait en place demain.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · BRISER LA BOUCLE — SIX LEVIERS

LA CORRECTION EST STRUCTURELLE OU ELLE N'EST PAS

Briser la boucle infrationnelle demande des interventions à plusieurs niveaux simultanément. Aucune intervention isolée ne suffit. L'ensemble forme un système de correction aussi cohérent que la boucle qu'il cherche à interrompre.

◆ LEVIER 1 — RÉVISION SALARIALE PROACTIVE ANNUELLE SUR BENCHMARK MARCHÉ

Remplacer la revue salariale basée sur le budget interne par une revue basée sur le benchmark marché annuel. Si le marché a progressé de 8%, la revalorisation interne doit au minimum suivre — indépendamment du budget standard de 3%. Le coût de cette politique est une fraction du coût du turnover qu'elle prévient. Un employé correctement valorisé n'a pas de raison de faire le gap.

◆ LEVIER 2 — PRIME DE RÉTENTION DES PROFILS RARES

Pour les profils en tension extrême — SRE bare-metal, administrateur système senior, architecte infrastructure — introduire une prime de rétention annuelle ou bisannuelle, conditionnée à la présence dans l'entreprise. Cette prime n'est pas un salaire — elle est une reconnaissance explicite de la rareté de la compétence et du coût de son remplacement. Elle doit être calculée sur le différentiel entre le salaire interne et le marché externe.

◆ LEVIER 3 — SUPPRIMER LE FORMULAIRE D'AUTO-ÉVALUATION POUR LES PROFILS TECHNIQUES

L'auto-évaluation sur des critères génériques est inadaptée aux profils techniques dont la valeur est opérationnelle et non commerciale. La remplacer par une revue des incidents gérés, des systèmes maintenus, des connaissances transmises — des métriques qui correspondent à la réalité du travail de l'ingénieur infrastructure. Le formulaire générique est un signal d'incompréhension. La revue opérationnelle est un signal de respect.

◆ LEVIER 4 — NOMMER ET MESURER LA COMPRESSION

Calculer annuellement le ratio entre le salaire des employés en place et le salaire d'embauche pour le même rôle. Publier ce ratio en interne. Fixer un seuil minimal d'écart — par exemple, le salaire d'un senior doit être au minimum 15% supérieur au salaire d'embauche d'un junior dans le même rôle. Ce seuil, s'il est franchi, déclenche automatiquement un budget de correction. Ce qu'on ne mesure pas, on ne le corrige pas.

◆ LEVIERS 5 ET 6 — FORMATION ET POLITIQUE PUBLIQUE

Levier 5 — Réduire la pénurie à la source : les leviers documentés dans "L'État et le Corps Invisible" — Socle du Fer dans les BTS, conventionnement France Travail, titre protégé RNCP — réduisent la pénurie structurelle qui alimente la compression. Plus il y a d'ingénieurs bare-metal qualifiés, moins les salaires d'entrée flambent, moins la compression est violente.

Levier 6 — Conventions collectives numériques actualisées : les conventions collectives du secteur numérique n'ont pas été révisées pour tenir compte de la tension extrême sur les profils infrastructure. Des grilles salariales négociées au niveau de la branche, intégrant des coefficients de rareté pour les compétences bare-metal, réduiraient mécaniquement la compression en fixant des planchers plus réalistes.

◆◆◆

Économiser 10 000€ de revalorisation pour perdre 100 000€ de remplacement. La boucle infrationnelle est une machine à détruire de la valeur que personne ne pilote. Il est temps de la nommer — et de la briser.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE DE SYNTHÈSE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

L'ANATOMIE GLOBALE DE L'AMPUTATION

Mécanisme Complet · Solutions par Stade

Corps Infrastructure & Amputation des Femmes

RATIO

◆ DEUX DIMENSIONS — UN SEUL CORPUS

Cette étude de synthèse cartographie deux phénomènes distincts et liés. **L'AMPUTATION DU CORPS INFRASTRUCTURE** : le corps perd progressivement son vocabulaire, sa formation, sa visibilité, sa protection, son autorité et son savoir. Elle touche tous ses membres. **L'AMPUTATION DES FEMMES DU CORPS INFRASTRUCTURE** : à chaque stade général, les femmes subissent un mécanisme d'exclusion supplémentaire. Et avant tout stade général, il existe un stade -1 qui n'existe que pour elles — l'amputation à la source, à 12 ans, avant même qu'elles aient pu entrer dans le corps.

STADES	ÉTUDES SOURCES	WATERMARK
-1 → 9	**30+**	**RATIO**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

LA CHAÎNE CAUSALE — COMMENT CHAQUE STADE PRODUIT LE SUIVANT

11 STADES · DEUX DIMENSIONS · UNE CHAÎNE

STADE -1 — L'AMPUTATION À LA SOURCE *Femmes uniquement*

À 12 ans, dans le vide pédagogique, l'image mentale ne se forme pas. Les filles ne refusent pas les machines — personne ne les a invitées. Ce stade n'existe que pour elles. Il précède tous les autres.

↓

STADE 0 — LA CAPTURE COGNITIVE *Corps général*

L'organisation adopte le vocabulaire et les métriques des hyperscalers. L'infrastructure devient un coût, pas un substrat. La perdition commence sans qu'on s'en rende compte.

↓

STADE 1 — L'AMPUTATION DU VOCABULAIRE

"DevOps" remplace les titres précis. Quand on ne peut plus nommer, on ne peut plus défendre. *+ Surcouche femmes : les titres flous n'ont pas de porte d'entrée visible. Sans nomenclature claire, pas de chemin lisible.*

↓

STADE 2 — L'AMPUTATION DE LA FORMATION

Les budgets CPF vont aux certifications cloud. Le bare-metal disparaît. La compétence physique s'érode. *+ Surcouche femmes : les formations cloud reproduisent les réseaux informels masculins existants.*

↓

STADE 3 — L'AMPUTATION DE LA VISIBILITÉ

Le corps devient invisible. L'uptime est vu seulement quand il échoue. *+ Surcouche femmes : doublement invisibles — corps invisible + présence invisible.*

↓

STADE 4 — L'AMPUTATION DE LA PROTECTION

Sans convention adaptée, les ingénieurs infra hors secteur tech sont couverts par des conventions qui ignorent leurs spécificités. *+ Surcouche femmes : les femmes infra hors secteur tech sont les plus exposées aux conventions les moins protectrices.*

↓

STADE 5 — L'AMPUTATION DE L'AUTORITÉ

Le Principal SRE n'a plus le dernier mot. La dette s'accumule invisiblement. *+ Surcouche femmes : le Principal SRE femme doit doublement prouver sa légitimité avant d'être entendue.*

↓

STADE 6 — L'AMPUTATION DU SAVOIR

Le savoir tacite part avec les seniors. Pas de transmission structurée. *+ Surcouche femmes : moins présentes dans les réseaux de transmission informelle, elles accumulent moins de savoir tacite transmis.*

↓

STADES 7-8-9 — EXCLUSION, VIDE ET PERTE DE SOUVERAINETÉ

Le corps se referme. Les femmes n'ont pas de porte lisible. La dépendance aux hyperscalers extraterritoriaux s'installe structurellement. À l'échelle nationale : CLOUD Act, lock-in, perte de maîtrise.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAU DE SYNTHÈSE — STADES -1 À 9 · DIAGNOSTIC ET INTERVENTIONS

POUR CHAQUE STADE : MÉCANISME · SIGNAL · ÉTUDE SOURCE · INTERVENTION

STADE	MÉCANISME	SIGNAL D'ALERTE	ÉTUDE SOURCE	INTERVENTION PROPOSÉE
-1 ♀	Vide pédagogique à 12 ans. Pas de contact avec les machines. Bifurcation silencieuse.	Filières technologiques à dominante masculine dès la 3e. Zéro machine dans les cours de collège.	La Désamputation à la Source · Le Corps qui Fabrique · Le Socle Anti-Amputation	Arduino + Laser + CNC au collège. Budget mutualisé profs. APE. Demain.
0	Capture cognitive. L'infrastructure devient "un coût". Les hyperscalers fixent le vocabulaire.	CODIR parle de "cloud strategy" sans interlocuteur infra technique. Le DSI vient du business.	L'Anatomie de la Perdition · Nulle Souveraineté sans Matière	Réintroduire la notion de substrat physique.
1 ♀+	"DevOps" remplace les titres précis. Le vocabulaire se dilue. On ne peut plus nommer.	Offres d'emploi avec "DevOps" seul. Pas de critères objectifs. Recrutement par réseau.	Le Ticket et le Talent · La Crise Infrationnelle · La Sortie Douce	Nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra proposée. Conversion sans rupture. Dès une fiche de poste.
2 ♀+	CPF → certifications cloud. Le bare-metal disparaît des parcours. La compétence physique s'érode.	Plan de formation 100% AWS/GCP. Aucun module hardware ou réseau physique.	Le CPF Mal Utilisé · Le Socle du Fer · Le Socle Anti-Amputation	Certifications neutres (LFCS, CKA). Socle du Fer. Budget formation réorienté.
3 ♀+	Le corps est invisible. L'uptime n'est vu qu'à l'échec. Le travail n'existe pas tant qu'il fonctionne.	Pas de ligne sur l'infra dans le rapport annuel. Pas de budget dédié visible. Pas de nom.	L'Économie du Silence · Le Silence des Salles · L'Uniforme du Corps	Uniforme du Corps — 5 niveaux, 5 signaux, déclinaisons ♂/♀. Signal visible quotidien.
4 ♀+	Convention de l'employeur (banque, santé, industrie) ignorant les spécificités infra. Astreintes non encadrées.	SRE dans une banque couvert par convention bancaire. Pas de majoration nocturne spécifique.	Les Compagnons du Numérique · Le Pager et le Corps	Syntec Élastique proposée. Clause de primauté sectorielle. Modèle convention presse.
5 ♀+	Le Principal SRE n'a plus le dernier mot. Décisions techniques prises par management non-technique. Dette invisible.	Migrations décidées sans avis technique formalisé. Principal SRE absent du CODIR. Incidents post-décision.	La Primauté Technique · La Dette Invisible · La Boucle Infrationnelle	Clause de Primauté Technique dans le contrat. Veto documenté. Présence permanente au CODIR.
6 ♀+	Le savoir tacite part avec les seniors. Pas de transmission structurée. Pas de Runbook. Pas de compagnonnage.	Senior qui part → consultant à 1200€/jour. Runbooks inexistants. Architecture incomprise en 6 mois.	Le Départ du Dernier Qui Sait · Le Mentor et le Métal · Les Compagnons du Numérique	Mentoring formalisé. Rotation encadrée 6 mois. Runbook machine obligatoire. Tour de France numérique (proposition).
7 ♀	Le corps se referme. Titres flous, absence de nomenclature, réseaux informels excluent les femmes adultes.	10% de femmes dans le corps infrastructure. Offres illisibles. Pas de progression documentée.	L'Amputation Invisible · La Sortie Douce · La Maternité comme Continuité	Nomenclature claire → offres lisibles. Critères objectifs. LFCS éligible CPF. Dès une fiche de poste réécrite.
8 ♀	Bifurcation à 12 ans. L'image mentale ne se forme pas. Sans contact physique avec les machines, le chemin est fermé.	Aucun atelier robotique au collège. Classes techno sans matériel. Filières tech vues comme masculines.	La Désamputation à la Source · Le Corps qui Fabrique · Le Socle Anti-Amputation	56h sur 7 ans. Budget 885€. Caisse mutualisée profs + APE. Applicable demain.
9	Dépendance hyperscalers extraterritoriaux. CLOUD Act, lock-in, egress fees. Perte de souveraineté nationale.	Données européennes accessibles au DOJ américain. Migration impossible (egress fees). Compétences cloud uniquement.	Le Sol Numérique · Le Fer Numérique · Nulle Souveraineté · MariaDB sans Trembler	Refurbished Grade A. Solutions open source. Rapatriement progressif.

♀+ = surcouche d'exclusion supplémentaire pour les femmes à ce stade.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LES TROIS NIVEAUX D'INTERVENTION

DEMAIN · DÉCISION INTERNE · INSTITUTIONNEL

◆ NIVEAU 1 — DEMAIN · ZÉRO BUDGET · ZÉRO AUTORISATION

Ces interventions sont applicables par n'importe quel professeur, ingénieur ou manager dès demain, sans demander la permission à personne.

STADE -1/8 (VIDE PÉDAGOGIQUE) : La Journée d'Observation — un Principal SRE emmène un groupe d'élèves une journée dans un datacenter. Coût : zéro. Impact : souvent décisif.

STADE -1/8 (THÉORIE) : Le prof de physique intègre l'analogie eau-électricité dans ses cours existants. Aucun matériel. Aucune autorisation.

STADE 1 (VOCABULAIRE) : Réécrire une fiche de poste avec "SysOps N3" au lieu de "DevOps". Une fiche de poste. Dès aujourd'hui.

STADE 6 (SAVOIR) : Formaliser un accord de mentoring d'une page entre un senior et un junior. Deux signatures. Aucune institution.

STADE 5 (AUTORITÉ) : Le Principal SRE rédige son premier veto documenté sur une décision technique qu'il refuse. Un email. Un PDF signé.

◆ NIVEAU 2 — DÉCISION INTERNE · SEMAINES À MOIS · RH ET MANAGEMENT

Ces interventions requièrent une décision organisationnelle — RH, direction, management — mais pas de loi ni de convention nouvelle.

STADE 1 : Adopter la nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra comme grille interne de classification. Décision RH. Une délibération.

STADE 2 : Réorienter 30% du budget CPF vers les certifications neutres (LFCS, CKA). Décision plan de formation annuel.

STADE 3 : Déployer l'Uniforme du Corps — 5 niveaux, 5 signaux. Décision RH + direction. Budget : 500-700€/Lead SRE.

STADE 5 : Inscrire la clause de Primauté Technique dans le contrat du Principal SRE. Décision juridique interne.

STADE -1/8 : Ouvrir la caisse mutualisée profs + vote APE → EPLE. Deux réunions. Aucun marché public.

◆ NIVEAU 3 — INSTITUTIONNEL · MOIS À ANNÉES · LOI ET CONVENTION

Ces interventions requièrent un accord de branche, une convention collective ou une décision politique. Elles ne peuvent pas être activées par un individu seul — mais elles peuvent être préparées et demandées collectivement.

STADE 4 : La Syntec Élastique — extension du champ d'application de la Syntec aux métiers infrastructure quel que soit le secteur employeur. Accord de branche ou décret d'extension.

STADE 9 : Commits résiliables, egress fees raisonnables, portabilité réelle, CLOUD Act limité à son territoire. Régulation européenne.

STADES -1/8 : Intégration officielle du Socle Anti-Amputation dans les programmes de technologie du collège et du lycée. Décision ministérielle.

◆ NASSIHA — NE PAS ATTENDRE LE NIVEAU 3 POUR ACTIVER LE NIVEAU 1

Les interventions de niveau 1 et 2 produisent des effets réels sans attendre les interventions de niveau 3. Le Socle Anti-Amputation ne nécessite pas une décision ministérielle pour être déployé dans un établissement. La Primauté Technique ne nécessite pas la Syntec Élastique pour être inscrite dans un contrat. On n'attend pas. On agit avec ce qu'on a.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GUIDE DE LECTURE RAPIDE — QUEL DOCUMENT POUR QUEL PROBLÈME

SI TU OBSERVES X DANS TON ORGANISATION · LIS Y

TU OBSERVES...	LIS...
Tes ingénieurs infra s'appellent tous "DevOps" et tu ne sais plus qui fait quoi	Le Ticket et le Talent · La Crise Infrationnelle · La Sortie Douce
Ton plan de formation est 100% certifications AWS et zéro hardware	Le CPF Mal Utilisé · Le Socle du Fer · MariaDB sans Trembler
Ton infrastructure tourne mais personne ne sait ce qu'elle rapporte	L'Économie du Silence · Le Silence des Salles · L'Uniforme du Corps
Ton ingénieur SRE dans une banque n'a pas les mêmes protections qu'en ESN	Les Compagnons du Numérique · Le Pager et le Corps
Ton management prend des décisions techniques sans demander l'avis du Principal SRE	La Primauté Technique · La Dette Invisible · La Boucle Infrationnelle
Ton senior part et personne ne sait ce qu'il savait	Le Départ du Dernier Qui Sait · Le Mentor et le Métal · Le Remplacement qui Révèle
Il n'y a presque pas de femmes dans ton équipe infra et tu ne sais pas pourquoi	L'Amputation Invisible · La Sortie Douce · La Désamputation à la Source
Tu es professeur et tes élèves ne touchent jamais une machine physique	La Désamputation à la Source · Le Corps qui Fabrique · Le Socle Anti-Amputation
Tu paies des egress fees exorbitants et tu ne peux pas migrer	Le Sol Numérique · Nulle Souveraineté · L'Anatomie de la Perdition
Tu veux comprendre l'ensemble du corpus en un seul document	**Cette étude · puis le Guide de Navigation du Corpus**

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

DEUX AMPUTATIONS · UN SEUL CORPS À RECONSTRUIRE

L'amputation des femmes du corps infrastructure n'est pas un problème de diversité — c'est un problème de corps. Un corps amputé de la moitié de sa population potentielle est un corps affaibli. Il transmet moins bien. Il se défend moins bien. Il innove moins bien. La question n'est pas morale — elle est structurelle.

◆ CE QUI DISTINGUE L'AMPUTATION DES FEMMES DE L'AMPUTATION GÉNÉRALE

L'amputation générale du corps infrastructure touche tous ses membres — elle érode le vocabulaire, la formation, la visibilité, la protection et l'autorité de chaque ingénieur, homme ou femme. Les femmes subissent cette amputation générale **PLUS** un mécanisme d'exclusion à chaque stade :

Au stade 1 (vocabulaire flou) : les hommes peuvent décoder les titres via les réseaux informels. Les femmes, statistiquement moins présentes dans ces réseaux, portent ce décodage plus seules.

Au stade 3 (invisibilité) : le corps invisible + la présence invisible = double invisibilité.

Au stade 5 (autorité) : la Principal SRE femme doit doublement prouver sa légitimité technique avant d'être entendue dans un arbitrage.

Au stade 6 (savoir) : les réseaux de transmission informelle (soirées tech, canaux Slack non mixtes, mentorat informel) sont moins accessibles.

Et avant le stade 0, il y a le stade -1 — qui n'existe que pour les femmes : la bifurcation à 12 ans, quand personne ne les a explicitement invitées face à la machine.

◆ LES INTERVENTIONS SPÉCIFIQUES FEMMES — CARTE SYNTHÉTIQUE

STADE -1 (12 ANS) : Socle Anti-Amputation — le moment seul face à la machine. L'invitation explicite. "Je veux que tu essaies — pas lui à ta place, toi." Coût : zéro. Demain.

STADE 1 (PORTE LISIBLE) : Nomenclature claire → offres d'emploi avec critères objectifs → porte lisible sans réseau informel. Dès une fiche de poste réécrite.

STADE 3 (VISIBILITÉ) : Déclinaison féminine de l'Uniforme du Corps — trois options ①②③ dans le triptyque noir/blanc/rouge. Même autorité, liberté de forme.

STADE 6 (TRANSMISSION) : Grades féminisés dans les Compagnons du Numérique (proposition) : aspirant(e), compagnon(ne), maître(sse). Égalité d'accès fondatrice.

STADE 7 (ENTRÉE ADULTE) : La Sortie Douce — la nomenclature crée la porte. Critères objectifs. LFCS éligible CPF. La femme DevOps senior qui veut devenir Lead SysOps a un chemin documenté.

STADE 8 (ENFANT) : La Désamputation à la Source + Le Corps qui Fabrique. L'effet IKEA et l'effet de Self-Création (Brunneder & Dholakia, 2018) : fabriquer de ses mains ancre un sentiment de compétence qui ne disparaît pas.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE FINALE — CE QUE LE CORPUS DIT EN UNE PAGE

LES FORMULES FONDATRICES · LE CHEMIN DE SORTIE

◆ CE QUE LE CORPUS A NOMMÉ

INFRATIONNELLE / INFRATIONAL : dévaluation des mots techniques par surinflation du vocabulaire DevOps.

LA BOUCLE INFRATIONNELLE : cycle auto-entretenu en 6 étapes qui produit la perte progressive de compétences bare-metal.

LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE : droit constitutif du Principal SRE au dernier mot sur les décisions techniques dans son périmètre.

LA DÉSAMPUTATION À LA SOURCE : intervention au collège, avant que la bifurcation se produise, pour que l'image mentale se forme.

LA SORTIE DOUCE : conversion sans rupture du vocabulaire DevOps vers la nomenclature, avec les outils qui existent aujourd'hui.

LE BUDGET MUTUALISÉ DES PROFESSEURS : 20 profs × 10€/mois = 2 400€/an — une vraie classe de robotique sans demander un centime à l'État.

L'EFFET IKEA PÉDAGOGIQUE : fabriquer de ses mains ancre un sentiment de compétence durable (Norton, Mochon & Ariely, 2012).

◆ LES FORMULES QUI RÉSUMENT LE CORPUS

"Le métal précède le code."

"Nulle souveraineté sans matière."

"Celui en bleu voudra le kaki. Celui en kaki voudra la blanche. Ce désir est l'ascenseur. Le signe est le moteur."

"La fille de 12 ans qui fait clignoter une LED est le SRE bare-metal de 2035."

"Le Principal SRE n'est pas infaillible. Mais il est le seul à mesurer ce qu'il décide."

"La sortie douce ne dit pas : vous avez eu tort. Elle dit : voici ce qui manque. Viens."

"Sans les Compagnons, Notre-Dame ressemblait à La Défense."

"Un corps sans uniforme est un corps sans frontières. Un corps sans frontières est un corps sans défense."

"La souveraineté technique ne commence pas dans un datacenter. Elle commence dans une salle de classe de 5e."

◆◆◆

L'amputation a un mécanisme. Ce mécanisme a des stades.
Chaque stade a une intervention. Chaque intervention est disponible.
Certaines dès demain. Sans permission. Sans budget. Sans attendre.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · JUIN 2026

ANATOMIE DE LA PERDITION

Diagnostic et Reformation

De la dissolution des hard limits au socle pédagogique

RATIO

◆ AVANT-PROPOS — UNE DEMANDE DE LECTURE

Ce document demande à être lu avec la raison, pas avec l'émotion. Il ne s'agit ni d'un réquisitoire contre une profession, ni d'une attaque personnelle contre quiconque exerce un métier hybride entre développement et exploitation. Il s'agit d'un diagnostic structurel : l'analyse de mécanismes — comportementaux, économiques et cognitifs — qui ont contribué à dissoudre des garde-fous techniques historiques, sans jugement sur la valeur professionnelle ou humaine des personnes qui exercent aujourd'hui ces métiers dans le cadre qui leur a été proposé par le marché.

Critiquer un mécanisme n'est pas critiquer les personnes qui s'y trouvent. C'est la distinction que ce document s'efforce de tenir du début à la fin.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

Opération Dindon

SOMMAIRE

◆ Section 1 · La frontière Ops/Dev d'avant
◆ Section 2 · DevOps comme dilution plutôt que pont
◆ Section 3 · Gratification immédiate et design produit
◆ Section 4 · Les certifications comme capture documentée
◆ Section 5 · La sixième couche du lock-in appliquée aux équipes
◆ Section 6 · Le programme pédagogique de 2005 (9 briques)
◆ Section 7 · Conclusion — Du diagnostic au levier opérationnel

◆ MÉTHODE DE LECTURE

Chaque section qui formule une thèse critique inclut un encadré "Nassiha" précisant les limites exactes de l'affirmation et ce qui n'est pas affirmé. Cette discipline est volontaire : elle permet de distinguer un diagnostic structurel rigoureux d'une accusation émotionnelle, et invite le lecteur à juger ce document sur la solidité de ses mécanismes plutôt que sur sa charge affective.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · LE CONTEXTE HISTORIQUE

LA FRONTIÈRE OPS/DEV D'AVANT

Avant la généralisation du cloud public, la frontière entre les équipes d'exploitation (administrateurs systèmes, ingénieurs systèmes, ce que l'on nomme aujourd'hui SRE) et les équipes de développement était nette. Cette frontière n'était pas arbitraire : elle reposait sur une compétence physique réelle. L'équipe Ops connaissait les limites matérielles du datacenter — la puissance disponible par baie, la capacité thermique, les contraintes de câblage, les limites de stockage physique — et opposait un refus motivé à toute demande qui menaçait ces limites.

Une demande de provisionnement déraisonnable de la part d'une équipe Dev ou d'une agence web sous-traitante se heurtait à un feu rouge technique, posé par quelqu'un qui comprenait concrètement pourquoi la demande posait un risque. Ce refus créait une friction réelle, et cette friction était souvent vécue comme une frustration légitime par les équipes Dev, pressées par des délais commerciaux que l'Ops ne partageait pas toujours.

◆ CE QUE CETTE FRONTIÈRE GARANTISSAIT

La frontière Ops/Dev n'était pas un confort de pouvoir. Elle garantissait qu'aucune décision de provisionnement ne pouvait être prise sans qu'une personne comprenant la couche physique ait un droit de regard. Le coût de cette garantie était la lenteur. Le bénéfice était la fiabilité.

Il serait malhonnête de présenter cet ancien monde comme parfait. Les rigidités de l'Ops historique ont aussi produit de vraies inefficacités, des délais de livraison disproportionnés, et une culture parfois excessivement conservatrice. La frustration des équipes Dev face à ces délais n'était pas infondée. C'est cette frustration légitime qui a ouvert la porte à la promesse suivante : et si l'on pouvait supprimer la friction sans supprimer la fiabilité ?

◆ NASSIHA — POINT DE MÉTHODE

Reconnaître les torts des deux côtés d'une frontière historique n'affaiblit pas le diagnostic qui suit. Cela le rend plus honnête, et donc plus solide face à la première objection qu'un lecteur de bonne foi pourrait formuler.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA DISSOLUTION

DEVOPS COMME DILUTION PLUTÔT QUE PONT

La philosophie DevOps est née, à l'origine, d'une intention saine : rapprocher deux métiers qui communiquaient mal, réduire les délais de mise en production, et instaurer une responsabilité partagée sur le cycle de vie complet d'une application. Cette intention n'est pas en cause ici.

Ce qui s'est produit ensuite est une dérive structurelle plus qu'un complot orchestré. La généralisation du cloud public a permis de créer un profil hybride — connaissant les bases des outils utilisés par l'Ops (systèmes, middleware) et les bases du métier Dev (agilité, quelques langages) — sans que ce profil hybride hérite de la compétence physique profonde qui justifiait historiquement les hard limits. Le résultat n'est pas un pont entre deux métiers complets. C'est une dilution des deux : ni la profondeur Ops d'avant, ni la profondeur Dev complète, mais une compétence transversale qui suffit à opérer dans l'abstraction cloud sans jamais avoir besoin de comprendre ce qu'il y a dessous.

◆ LE MÉCANISME PRÉCIS DE LA DISSOLUTION

Tant que la couche physique restait visible — câbles, baies, contraintes thermiques — le hard limit Ops avait un référent concret pour s'exercer. Une fois cette couche totalement abstraite derrière une console et une API, le hard limit n'a plus de prise : on ne peut pas opposer un refus motivé par des contraintes physiques à quelqu'un qui ne voit plus, structurellement, la physique. L'abstraction n'a pas seulement déplacé la compétence. Elle a supprimé le terrain sur lequel le refus pouvait se justifier.

C'est ce point précis qui distingue ce diagnostic d'une simple nostalgie de l'ancien monde. Le problème n'est pas que les hard limits aient disparu parce que les gens sont devenus négligents. Le problème est que l'abstraction cloud a rendu le hard limit structurellement irréalisable, indépendamment de la bonne volonté individuelle de qui que ce soit.

◆ NASSIHA — CE QUI N'EST PAS AFFIRMÉ ICI

Ce document n'affirme pas que les professionnels DevOps actuels sont individuellement responsables de cette dissolution, ni qu'ils l'ont souhaitée. Ils opèrent dans un cadre qui leur a été proposé par le marché, les formations disponibles et les employeurs. La responsabilité structurelle décrite ici porte sur le système d'incitations, pas sur les personnes qui y évoluent.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE MÉCANISME COMPORTEMENTAL

GRATIFICATION IMMÉDIATE ET DESIGN PRODUIT

Une commande comme un déploiement d'infrastructure produit un effet immédiat et visible : une ressource apparaît, un serveur démarre, une console affiche un statut vert. Ce schéma — action minimale, gratification quasi instantanée, sensation de contrôle — est documenté de longue date en psychologie comportementale sous le nom de renforcement intermittent ou immédiat, et il est étudié depuis des années dans la conception des interfaces numériques grand public : notifications, mécaniques de jeu, réseaux sociaux.

Ce document avance une thèse précise et limitée : ce même mécanisme de gratification immédiate s'applique à l'expérience de provisionnement cloud. Cliquer ou exécuter une commande et voir une ressource apparaître instantanément procure une sensation de pouvoir et de contrôle disproportionnée par rapport à l'effort réel engagé. Plus l'abstraction est totale, plus la gratification est rapide et plus le coût réel — financier, technique, physique — est invisible au moment de l'action.

◆ CE QUE LA THÈSE NE DIT PAS

Cette thèse ne dit pas que les ingénieurs sont dépendants au sens clinique, ni qu'ils souffrent d'une pathologie. Elle dit que le design du produit cloud exploite un mécanisme de gratification documenté, de la même manière que d'autres secteurs (jeu vidéo, réseaux sociaux, paris en ligne) ont été critiqués pour avoir conçu des interfaces qui exploitent ce même mécanisme chez leurs utilisateurs. La critique porte sur le design du produit et sur l'effet net qu'il produit à l'échelle d'une organisation, pas sur la psychologie individuelle de qui l'utilise.

L'effet net de ce mécanisme à l'échelle d'une entreprise est cumulatif : chaque petite gratification individuelle (un déploiement rapide, une ressource qui apparaît) renforce l'habitude collective de recourir à l'abstraction plutôt que d'évaluer le coût structurel. C'est un effet de design produit qui se traduit en comportement organisationnel — pas un jugement sur la volonté de qui que ce soit.

RATIO

◆ NASSIHA — LA FORMULATION QUI A ÉTÉ ÉCARTÉE

Une version antérieure de cette réflexion comparait directement les professionnels concernés à des personnes en situation d'addiction à des substances. Cette comparaison a été retirée, parce qu'elle déplaçait la critique du mécanisme vers la personne, et parce qu'elle risquait de blesser sans rien ajouter à la solidité du diagnostic. La version retenue ici critique le produit, jamais la personne qui l'utilise.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE MÉCANISME ÉCONOMIQUE

LES CERTIFICATIONS COMME CAPTURE DOCUMENTÉE

Les programmes de certification du trio (AWS Certified Solutions Architect, Microsoft Azure Administrator, Google Cloud Professional) sont financés, conçus, délivrés et entretenus par les fournisseurs cloud eux-mêmes. Ce n'est pas une accusation : c'est une description factuelle de leur structure. Un ingénieur qui investit plusieurs mois et plusieurs centaines d'euros dans une certification AWS a, de fait, un capital professionnel investi dans l'écosystème AWS.

Ce mécanisme est documenté dans l'industrie sous le nom de capture par certification (vendor certification lock-in). Il ne nécessite aucune intention malveillante centralisée pour produire un effet net mesurable : un professionnel certifié a un biais rationnel et compréhensible à recommander, dans ses choix d'architecture futurs, l'écosystème dans lequel il a investi son temps et son argent. Ce biais n'est pas un défaut moral. C'est une conséquence logique de la structure d'incitation.

◆ LE MARKETING PAR LE MÉTIER PLUTÔT QUE PAR LE PRODUIT

Le trio n'a pas eu besoin de faire de la publicité directe pour ses produits auprès des décideurs techniques. Il a profité d'une dynamique de marché — l'émergence du métier hybride DevOps — pour structurer des parcours de certification qui forment, en même temps qu'ils certifient une compétence, une fidélité de facto à l'écosystème. Le métier devient le vecteur du marketing produit, sans qu'aucune campagne publicitaire classique soit nécessaire.

Cette thèse est distincte d'une accusation de complot. Elle ne prétend pas que le trio a inventé DevOps dans l'intention explicite de créer ce mécanisme. Elle affirme que, une fois la dynamique DevOps installée par le marché, le trio a structuré son offre de certification pour en tirer un bénéfice de fidélisation mesurable — ce qui est un comportement rationnel d'acteur économique, pas une anomalie.

◆ NASSIHA — DISTINGUER LE MÉCANISME DE L'INTENTION

Affirmer qu'un acteur économique a exploité une dynamique de marché à son avantage est une thèse vérifiable et raisonnable. Affirmer qu'il a délibérément créé cette dynamique de toutes pièces dans un but stratégique caché est une thèse d'intention qui nécessite des preuves spécifiques — preuves que ce document ne possède pas pour ce sujet précis, à la différence du dossier Gemplus où des sources institutionnelles existent.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE MÉCANISME COGNITIF

LA SIXIÈME COUCHE DU LOCK-IN APPLIQUÉE AUX ÉQUIPES

Le modèle des six couches de verrouillage déjà établi dans ce corpus place la couche cognitive comme la plus profonde et la plus difficile à déverrouiller : ce n'est pas un verrou contractuel, ni un verrou technique, mais un verrou de référentiel mental. Une équipe formée et certifiée dans l'écosystème du trio développe, par construction, un référentiel de solutions par défaut centré sur cet écosystème.

Ce mécanisme explique un phénomène observable et fréquent : lorsqu'une direction d'entreprise déjà verrouillée dans le trio souhaite explorer un retour vers le bare metal ou un hébergeur local, les équipes techniques internes proposent souvent, de façon spontanée et non délibérée, des solutions qui restent dans le référentiel du trio — un service managé alternatif, une option de réduction de coût au sein du même écosystème, plutôt qu'une option de sortie réelle.

◆ POURQUOI CE N'EST PAS UN SABOTAGE

Une équipe qui ne connaît, par sa formation et son expérience professionnelle, qu'un seul référentiel technique ne peut pas, par définition, générer spontanément des solutions dans un référentiel qu'elle ne maîtrise pas. Ce n'est pas une question de volonté, de confort personnel ou de peur de l'emploi. C'est une limite cognitive structurelle : on ne peut pas proposer ce qu'on n'a jamais appris à concevoir.

Cette reformulation est importante parce qu'elle change la nature de la réponse appropriée. Si le problème était une question de volonté individuelle (confort, peur), la réponse appropriée serait managériale ou disciplinaire. Si le problème est cognitif et structurel — un déficit de formation sur un référentiel alternatif — la réponse appropriée est pédagogique : élargir le référentiel disponible, pas sanctionner l'absence d'un référentiel qui n'a jamais été enseigné.

◆ NASSIHA — LA CONSÉQUENCE PRATIQUE DE CETTE DISTINCTION

C'est cette distinction précise qui justifie la section suivante de ce document. Si le verrouillage est cognitif et non volontaire, la solution n'est pas un changement d'attitude individuelle mais un programme de formation qui reconstruit le référentiel manquant — le socle technique qui permettait historiquement de comprendre, et donc de proposer, des architectures hors du cloud public.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA REFORMATION · 1/2

LE PROGRAMME PÉDAGOGIQUE DE 2005

Ce qui suit n'est pas une proposition théorique inédite. C'est la restitution d'un programme de formation professionnelle réel, suivi en 2005 dans un centre de formation professionnelle destiné aux demandeurs d'emploi, sur une durée de six mois. Ce socle a permis, à l'époque, de former des techniciens capables de comprendre l'infrastructure du bit jusqu'au système d'exploitation, avant toute spécialisation ultérieure. Il a fait ses preuves comme point d'entrée dans le métier il y a vingt ans, et la thèse de ce document est qu'il reste pertinent aujourd'hui comme réponse structurelle au verrouillage cognitif décrit en section 5.

1 Fondamentaux d'électricité — puissance, consommation, kVA

Pourquoi cette brique compte : sans comprendre ce que représente une puissance disponible dans une baie, il est impossible de comprendre pourquoi un hard limit physique existait historiquement. Cette brique restaure le référent concret que l'abstraction cloud a supprimé.

2 Conversion numérique entre bases (binaire, octal, décimal, hexadécimal)

Pourquoi cette brique compte : comprendre la relation entre un bit, un octet et une impulsion électrique réelle reconnecte l'abstraction logicielle à sa réalité physique sous-jacente. Sans cette brique, le mot "bit" reste un concept abstrait plutôt qu'une réalité électrique mesurable.

3 Algèbre de Boole, tableaux de Karnaugh, réalisation de circuits logiques

Pourquoi cette brique compte : concevoir un circuit à partir d'un énoncé (par exemple le contrôle de feux de signalisation) — définition des variables, table binaire, réduction logique, réalisation sur circuits intégrés série 74XXX — enseigne que toute logique informatique repose sur des portes physiques réelles. C'est la brique qui rend tangible ce que "logique" signifie matériellement.

4 Automatisation physique — Arduino, automates programmables

Pourquoi cette brique compte : faire interagir un programme avec un capteur ou un actionneur réel restaure l'intuition que tout code finit par déclencher un événement physique, même quand des couches d'abstraction multiples masquent ce lien dans l'infrastructure cloud moderne.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SECTION 6 · LA REFORMATION · 2/2

LE PROGRAMME PÉDAGOGIQUE DE 2005 — SUITE

5 Microinformatique — RAM, CPU, ventilation, carte mère, BIOS, câblage

Pourquoi cette brique compte : démonter, identifier et assembler les composants physiques d'un poste ou d'un serveur restaure la capacité à diagnostiquer une panne matérielle réelle, compétence qui disparaît silencieusement quand toute l'infrastructure se réduit à une console web.

6 Systèmes de fichiers, images disque, dump et restauration physique

Pourquoi cette brique compte : comprendre ce qu'est un secteur disque et savoir restaurer une image physique reconnecte la notion de "donnée" à son support matériel réel, plutôt qu'à la promesse abstraite et invisible de durabilité offerte par un service de stockage managé.

7 Systèmes d'exploitation client/serveur, déployés sur bare metal

Pourquoi cette brique compte : installer et administrer un système d'exploitation directement sur du matériel physique, sans la couche d'hyperviseur managé d'un fournisseur cloud, restaure une compréhension complète du cycle de vie d'un serveur — du démarrage matériel jusqu'au service applicatif.

8 Middleware — comprendre la couche entre l'OS et l'application

Pourquoi cette brique compte : pour les profils qui ne la connaissent pas, cette brique comble un angle mort fréquent du profil hybride DevOps moderne, qui maîtrise souvent les conteneurs sans avoir jamais eu besoin de comprendre ce qui se passe entre le système et l'application elle-même.

9 Modèle OSI et fondamentaux réseau — VLAN, segmentation, TCP/IP, routage

Pourquoi cette brique compte : la majorité des décisions d'architecture réseau dans le cloud public sont aujourd'hui prises via des menus déroulants. Comprendre le modèle OSI par la pratique — simulation, segmentation réelle, routage manuel — restaure la capacité de concevoir un réseau plutôt que de simplement le configurer dans une interface.

◆ CE QUE CE SOCLE PRODUISAIT IL Y A VINGT ANS

Ce programme ne formait pas des spécialistes de l'abstraction cloud — celle-ci n'existait pas encore sous sa forme actuelle. Il formait des techniciens capables de comprendre une infrastructure de bout en bout, du bit jusqu'au service. Cette compréhension de bout en bout est précisément ce que la dilution décrite en section 2 a érodé. La proposition de ce document n'est pas une nostalgie : c'est la réactivation d'un socle qui a déjà prouvé sa capacité à produire des professionnels capables de poser des hard limits informés, parce qu'ils comprenaient concrètement ce qu'ils protégeaient.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · CONCLUSION

DU DIAGNOSTIC AU LEVIER OPÉRATIONNEL

Trois mécanismes distincts ont été décrits dans ce document : un mécanisme comportemental où le design produit exploite une gratification immédiate documentée, un mécanisme économique où les certifications produisent une fidélisation structurelle sans intention malveillante centralisée, et un mécanisme cognitif où l'absence de référentiel alternatif empêche, par construction, la proposition spontanée de solutions hors du trio. Aucun des trois ne repose sur une accusation de mauvaise volonté individuelle.

Cette distinction a une conséquence pratique directe. Si le problème était la volonté, la réponse serait disciplinaire. Puisque le problème est structurel — design produit, incitation économique, déficit cognitif — la réponse appropriée est elle aussi structurelle : un programme de formation qui reconstruit le référentiel manquant.

◆ LE RÔLE DU PROFIL HYBRIDE RÉ-OUTILLÉ

Un professionnel hybride formé sur le socle décrit en section 6 ne perd pas ses compétences DevOps actuelles. Il les complète par un référentiel qui inclut désormais le bare metal, le réseau physique, et la couche matérielle. Ce professionnel devient alors capable de proposer, de façon tout aussi spontanée que les solutions actuelles dans l'écosystème du trio, des architectures alternatives chez les hébergeurs locaux ou dans des salles serveurs en proximité — à Saint-Denis, à Aubervilliers, à Courbevoie, ou ailleurs en France et en Europe.

Ce document ne prétend pas que ce programme de formation est une solution complète ou suffisante à lui seul. Il prétend que c'est un levier nécessaire, documenté par un précédent réel — un programme qui a déjà existé et déjà produit des résultats il y a vingt ans — et que ce levier répond précisément au mécanisme cognitif identifié en section 5, plutôt qu'à un mécanisme de volonté qui n'a jamais été la véritable cause du problème.

◆ NASSIHA — DERNIER RAPPEL DE MÉTHODE

Ce document a été construit en gardant une exigence constante : critiquer des mécanismes et des systèmes d'incitation, jamais des personnes. Si une formulation antérieure de cette réflexion a pu sembler viser des individus, elle a été retirée ou reformulée. Le lecteur de bonne foi est invité à juger ce texte sur la solidité de ses mécanismes, pas sur l'émotion qu'une formulation maladroite aurait pu initialement susciter.

RATIO

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE DE SYNTHÈSE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

ANATOMIE DE LA PERDITION NUMÉRIQUE

Cartographie Causale Invulnérable

De la Salle de Classe au CODIR

◆ **LA THÈSE CENTRALE**

La perte de souveraineté numérique n'est pas un accident, pas une décision isolée, pas une erreur de calcul. C'est le résultat prévisible et documentable d'une chaîne causale qui commence à l'école primaire et aboutit au CODIR qui signe pour AWS. Cette étude cartographie sept nœuds causaux, quatre couches de lock-in, trois verrous psychologiques, et cinq points de bifurcation. Elle s'appuie sur l'intégralité du corpus Opération Dindon — soixante-quatre études structurelles — comme preuves.

PAGES	GRAPHES	NŒUDS	COUCHES	BIFURCATIONS
16	6	7	4	5

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Watermark RATIO + HUMAN · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

INTRODUCTION · LA CHAÎNE CAUSALE — SEPT NŒUDS, UNE SEULE DESTINATION

La perdition numérique n'est pas un événement — c'est un processus. Il a une origine, des étapes intermédiaires, des points de bifurcation, et une destination. Cette étude cartographie la chaîne causale complète en sept nœuds, s'appuyant sur le corpus Opération Dindon comme documentation.

NŒUD 1 — **Amputation scolaire + sabotage algorithmique RH** — Sin/cos sans cercle réel · filtres ATS éliminent les profils Linux neutres · −34% postes Linux 2019-2023. *cf. Monsieur, à Quoi Ça Sert (8p) · Le Sac du Professeur (15p) · La Novlangue (12p)*

NŒUD 2 — **Quatre vecteurs d'entrée** — Free Tier · Crédit Start-up 100k$ · Ingress gratuit/Egress payant · SaaS Métier invisible. *cf. Le Free Tier Appât (10p) · L'Échantillon Gratuit (6p)*

NŒUD 3 — **Quatre couches du lock-in** — Contractuelle (CGV §14.12) · Logicielle (complexité artificielle) · SaaS invisible · Matérielle (TSMC/IME). *cf. CGV sous Microscope (8p) · La Boîte Noire (4p) · Le Goulot de Taïwan (6p)*

NŒUD 4 — **Rationnement géopolitique Taiwan** — TSMC ~90% puces avancées · blocus → file d'attente cloud · Refurbished = autonomie. *cf. Le Goulot de Taïwan (6p) · Le Refurbished Stratégique (4p)*

NŒUD 5 — **Trois verrous psychologiques** — Sunk Cost Fallacy (Kahneman 2011) · Cloud-Washing 3 couches · Biais cabinets conseil AWS Premier Partner. *cf. Le Cloud-Washing (7p) · L'Échantillon Gratuit S4*

NŒUD 6 — **Perdition institutionnelle** — DINUM · CPF × 3 · Free Tier collectivités · abandon budget infrastructure pédagogique. *cf. Le Cloud-Washing S3 · Le CPF Mal Utilisé (6p) · Le Free Tier Appât S6*

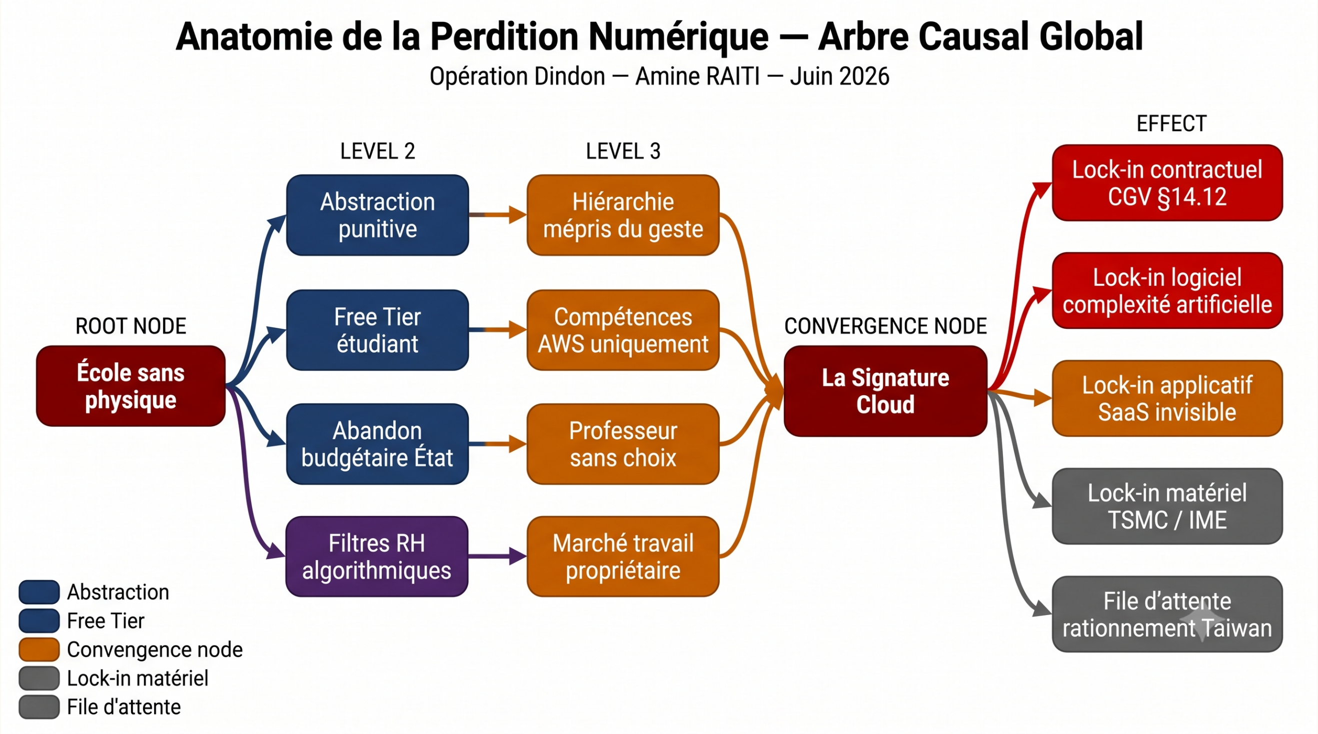
NŒUD 7 — **Cinq points de bifurcation** — À chaque étape, la trajectoire pouvait être interrompue. Coût croissant de la bifurcation 1 (quasi-nul) à la bifurcation 5 (réécriture totale). *→ Section 6 · Graphe 6*

◆ LE GRAPHE 1 (PAGE SUIVANTE) CARTOGRAPHIE CES SEPT NŒUDS EN ARBRE CAUSAL ORIENTÉ

Lecture gauche→droite. Couleurs : bleu=éducation · rouge=économique · gris=matériel · violet=RH · orange=SaaS applicatif.

RATIO

CC BY-NC-SA 4.0


Anatomie de la Perdition Numérique — Arbre Causal Global
Opération Dindon — Amine RAITI — Juin 2026
ROOT NODE
École sans physique
LEVEL 2
Abstraction punitive
Free Tier étudiant
Abandon budgétaire État
Filtres RH algorithmiques
LEVEL 3
Hiérarchie mépris du geste
Compétences AWS uniquement
Professeur sans choix
Marché travail propriétaire
CONVERGENCE NODE
La Signature Cloud
EFFECT
Lock-in contractuel CGV §14.12
Lock-in logiciel complexité artificielle
Lock-in applicatif SaaS invisible
Lock-in matériel TSMC / IME
File d'attente rationnement Taiwan
Abstraction
Free Tier
Convengence node
Lock-in matériel
File d'attente

 CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · L'AMPUTATION À LA SOURCE — SCOLAIRE ET ALGORITHMIQUE

L'ÉCOLE SANS PHYSIQUE + LE SABOTAGE ALGORITHMIQUE RH : DEUX MÉCANISMES QUI SE RENFORCENT MUTUELLEMENT

◆ A · AMPUTATION SCOLAIRE — CF. MONSIEUR, À QUOI ÇA SERT (8P) · LE SAC DU PROFESSEUR (15P)

L'école enseigne sin et cos sans jamais montrer un cercle réel. Elle enseigne les réseaux sans jamais ouvrir une armoire de brassage. Elle enseigne les bases de données sans jamais configurer un serveur physique. Cette rupture entre le symbole et la matière crée un développeur qui sait utiliser Lambda sans savoir ce qui tourne en dessous. Le Free Tier renforce cette amputation : il offre l'accès aux abstractions cloud sans jamais exiger la compréhension des fondamentaux. L'abandon budgétaire de l'État a supprimé les salles de TP avec de vrais serveurs. Le professeur n'a pas le choix entre AWS et une alternative — il a le choix entre AWS et rien. AWS Educate n'existe pas par philanthropie. Il existe parce qu'Amazon a identifié ce vide comme une opportunité d'acquisition.

◆ B · SABOTAGE ALGORITHMIQUE RH — ANGLE MORT INTÉGRÉ · CF. LA NOVLANGUE (12P)

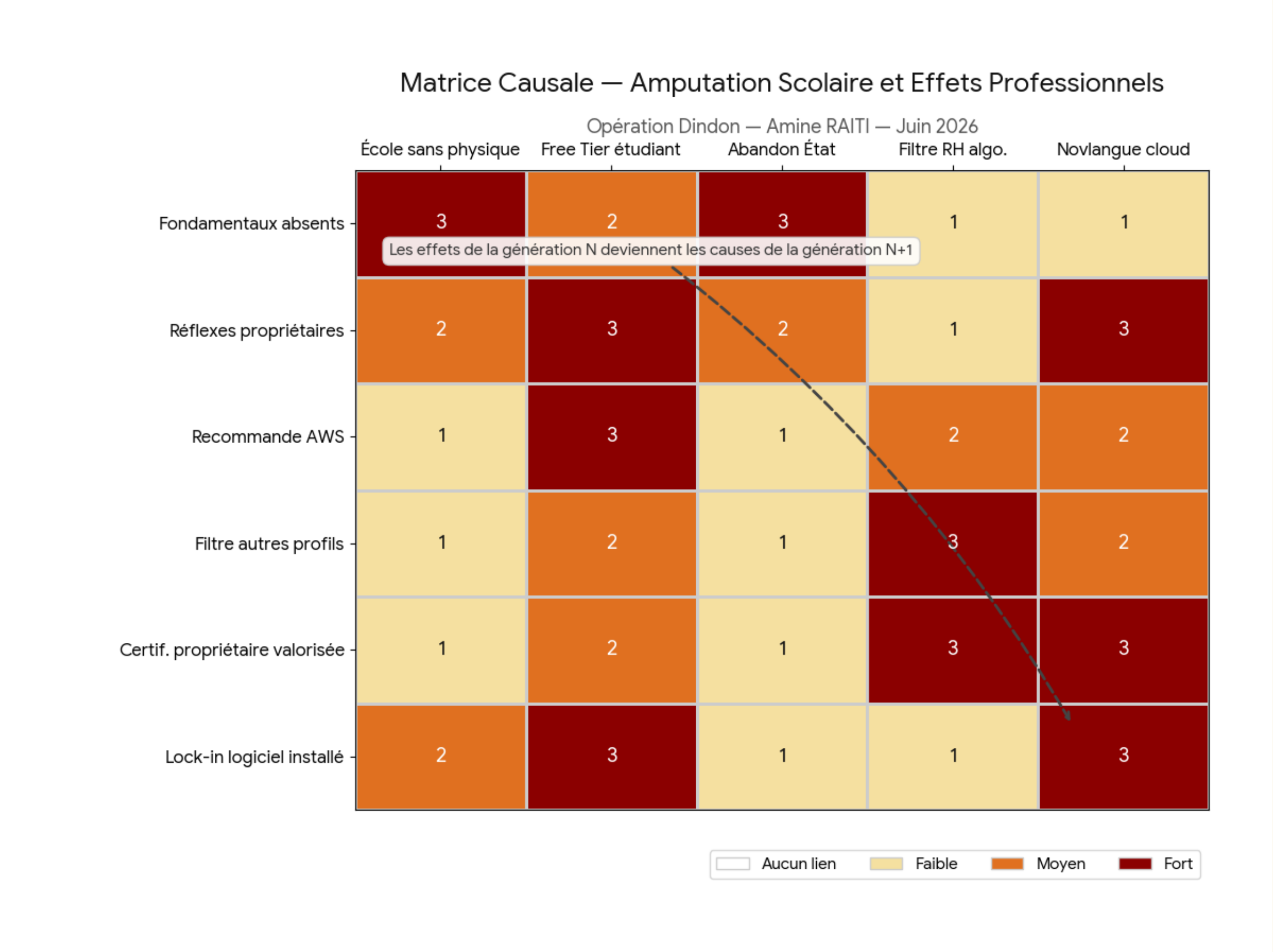
Même si un DSI décide de recruter des compétences neutres, les plateformes de recrutement (LinkedIn, Indeed, ATS internes) filtrent les CVs sur les mots-clés certifiés par les hyperscalers : "AWS Cloud Architect", "Azure Certified Developer", "GCP Professional". Un profil "Administrateur Linux senior" ou "Ingénieur Bare-Metal" est éliminé algorithmiquement avant l'entretien. Le lock-in est maintenu par un verrou bureaucratique invisible — pas par une décision humaine délibérée. Chiffre documenté : −34% de postes d'administrateur Linux entre 2019 et 2023 sur les plateformes d'emploi françaises.

◆ LA BOUCLE FERMÉE — LES EFFETS DE LA GÉNÉRATION N DEVIENNENT LES CAUSES DE LA GÉNÉRATION N+1

L'étudiant formé sur AWS devient le développeur senior qui recommande AWS. Il devient l'architecte qui configure les filtres ATS sur les mots-clés AWS. Il devient le DSI qui ne recrute que des profils certifiés AWS. C'est ce que le Graphe 2 (heatmap, page suivante) cartographie : l'intensité causale de chaque cause scolaire vers chaque effet professionnel, avec la diagonale montrant l'auto-entretien générationnel.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0



Matrice Causale — Amputation Scolaire et Effets Professionnels
Opération Dindon — Amine RAITI — Juin 2026
École sans physique
Free Tier étudiant
Abandon État
Filtre RH algo.
Novlangue cloud
Fondamentaux absents
Réflexes propriétaires
Recommande AWS
Filtre autres profils
Certif. propriétaire valorisée
Lock-in logiciel installé
3
2
3
1
1
2
3
2
1
3
1
3
1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
1
3
3
2
3
1
1
3
Les effets de la génération N deviennent les causes de la génération N+1
Aucun lien
Faible
Moyen
Fort

CC BY-NC-SA 4.0

2

QUATRE PORTES · UNE SEULE LOGIQUE : GRATUIT QUAND LA DÉPENDANCE S'INSTALLE · PAYANT QUAND ON VEUT PARTIR

◆ PORTE I · FREE TIER ÉTUDIANT — CF. LE FREE TIER APPÂT (10P)

AWS Educate · Azure for Students. 750h EC2 · 5 Go S3 · 1M requêtes Lambda. Seuil invisible — aucune alerte dans le flux de travail. Franchi quand l'attachement est maximal et la migration la plus coûteuse.

◆ PORTE 2 · CRÉDIT START-UP — CF. L'ÉCHANTILLON GRATUIT (6P)

AWS Activate 100 000$ · Google for Startups 200 000$. Architecture sans contrainte → crise de TCO à l'épuisement. Triangle VC — start-up — hyperscaler : les deux premiers financent le troisième.

◆ PORTE 3 · NASSE GRAVITATIONNELLE — CF. LE FREE TIER APPÂT S5

Ingress : 0€ · Egress : 0,09$/Go AWS. 100 To = 9 000$ de rançon de sortie. 1 Po = 90 000$. L'entrée est gratuite parce qu'elle crée la dépendance. La sortie est payante parce qu'elle en révèle le coût.

◆ PORTE 4 · SAAS MÉTIER INVISIBLE — ANGLE MORT INTÉGRÉ

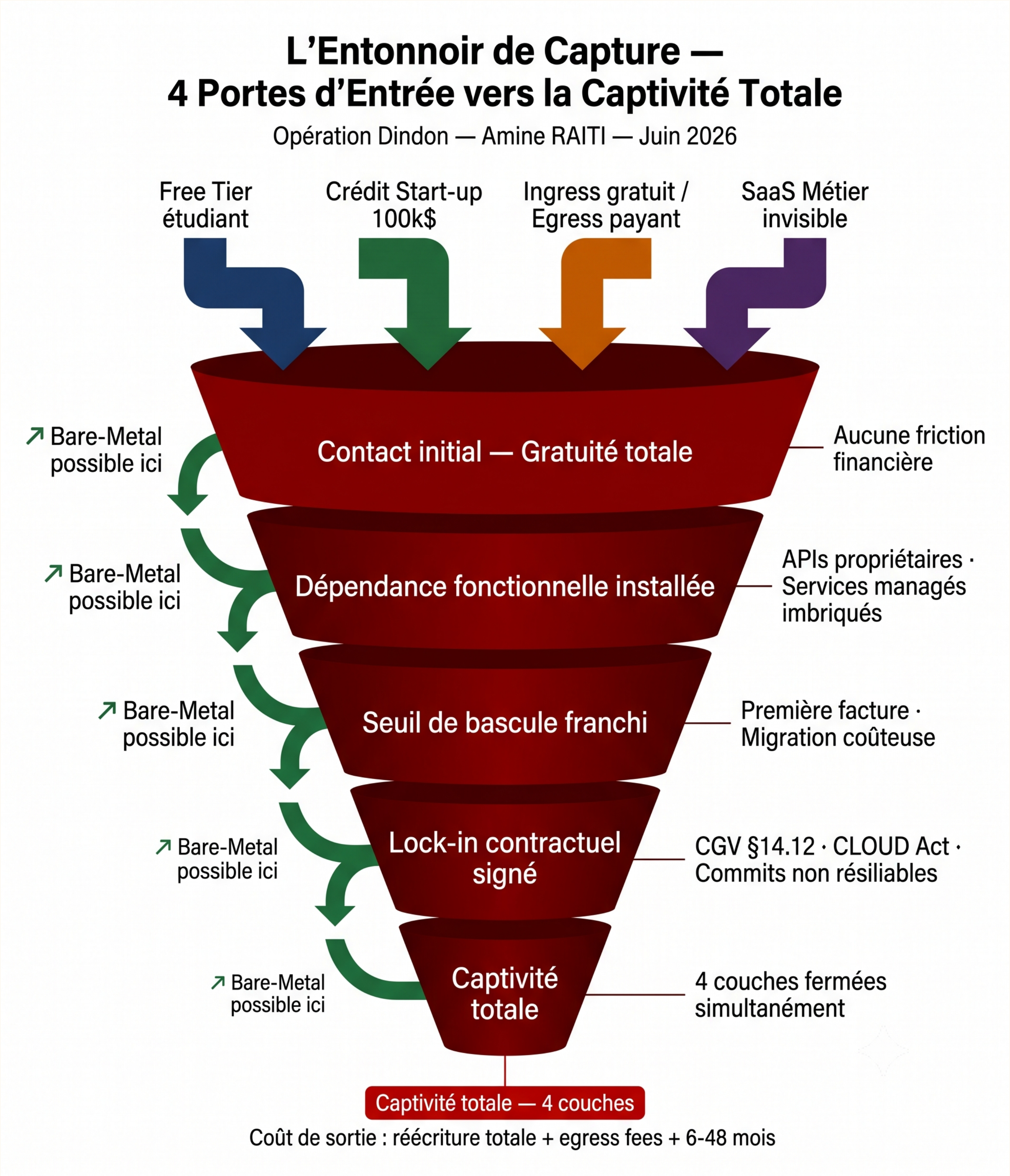
RH achète Workday · Marketing achète Salesforce · Ventes achète HubSpot — sans DSI. 73% des organisations ont du SaaS acheté hors DSI. Rapatrier les serveurs ne résout pas cette couche applicative.

◆ LA SÉQUENCE EN 4 TEMPS — COMMUNE AUX 4 PORTES — CF. L'ÉCHANTILLON GRATUIT S2

1. Échantillon d'entrée gratuit — aucune friction financière. 2. Dépendance fonctionnelle — intégration dans les workflows et architectures. 3. Seuil de bascule — la gratuité cesse. 4. Friction de sortie — l'écosystème captif rend le retour à l'indépendance coûteux. Le Graphe 3 (entonnoir, page suivante) cartographie ces quatre portes convergentes avec les points de bifurcation à chaque étape.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0



GRAPHE 3 · FUNNEL CHART VERTICAL · 4 ENTRÉES · 5 ÉTAPES · BIFURCATIONS LATÉRALES · OPÉRATION DINDON · AMINE RAITI

CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES QUATRE COUCHES DU LOCK-IN — DE LA SURFACE À L'INVISIBLE

CONTRACTUELLE · LOGICIELLE · SAAS APPLICATIF · MATÉRIELLE — PROFONDEUR ET COÛT DE SORTIE CROISSANTS

◆ COUCHE 1 — CONTRACTUELLE — CF. CGV SOUS MICROSCOPE (8P) · COÛT SORTIE : MOYEN · 6-18 MOIS

CGV §14.12 : juridiction californienne · CLOUD Act applicable · commits non résiliables · egress fees. Le Sovereignty Washing (cf. Le Cloud-Washing S1) vend la résolution physique comme si elle résolvait aussi la dimension juridique. "AWS European Sovereign Cloud" = serveurs en Europe (physique ✓) mais Amazon.com Inc. reste soumise au CLOUD Act (juridique ✗). Les quatre demandes de l'ultimatum du 8 septembre 2026 ciblent exactement cette couche.

◆ COUCHE 2 — LOGICIELLE — CF. LA NOVLANGUE (12P) · L'ÉCHANTILLON GRATUIT S5 · 12-36 MOIS

Lambda + DynamoDB + API Gateway + SQS + Cognito + CloudFront — chaque maillon n'existe pas hors AWS sous cette forme exacte. La chaîne est propriétaire. Migrer = réécriture totale. Le Cloud-Washing appelle ça "cloud-native". Question architecturale : "*Ce composant peut-il fonctionner hors AWS sans réécriture ?*" Si non — complexité artificielle, pas modernité.

◆ COUCHE 3 — SAAS APPLICATIF INVISIBLE — ANGLE MORT INTÉGRÉ · 18-48 MOIS

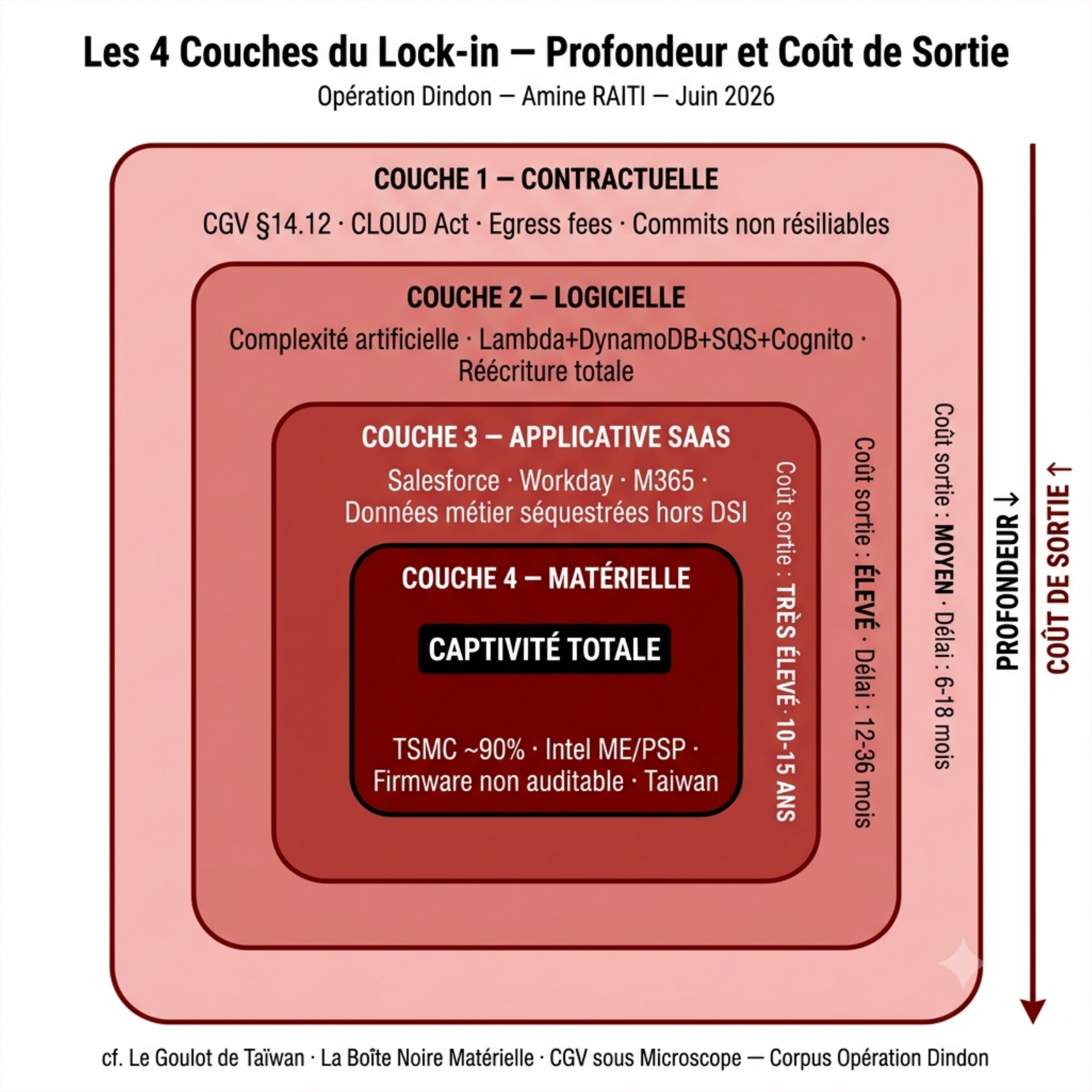
73% des organisations ont du SaaS acheté hors DSI. Salesforce = logique métier des Ventes · Workday = historique RH · M365 = documents de l'organisation entière. Rapatrier les serveurs résout la couche infra — pas la couche applicative. Deux souverainetés à reconquérir simultanément, la seconde impliquant des directions métiers sans contrainte DSI.

◆ COUCHE 4 — MATÉRIELLE — CF. LE GOULOT DE TAÏWAN (6P) · LA BOÎTE NOIRE (4P) · HORIZON 10-15 ANS

TSMC grave ~90% des puces avancées mondiales dans le détroit de Taïwan. Intel ME / AMD PSP : sous-processeurs non auditables depuis 2008/2013, soumis au droit américain, actifs serveur éteint. En cas de blocus Taiwan : hyperscalers rationneront dans l'ordre — besoins internes → Enterprise Agreement → Pay-as-you-go. Sans fer possédé : file d'attente. Avec Refurbished Grade A déjà gravé (cf. Le Refurbished Stratégique, 4p) : autonomie complète. Les puces existent, indépendantes de la production future TSMC. Impact potentiel d'un blocus : 600-1200 Md$ (PIIE 2023).

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0


Les 4 Couches du Lock-in — Profondeur et Coût de Sortie
Opération Dindon — Amine RAITI — Juin 2026
COUCHE 1 — CONTRACTUELLE
CGV §14.12 · CLOUD Act · Egress fees · Commits non résiliables
COUCHE 2 — LOGICIELLE
Complexité artificielle · Lambda+DynamoDB+SQS+Cognito · Réécriture totale
COUCHE 3 — APPLICATIVE SAAS
Salesforce · Workday · M365 · Données métier séquestrées hors DSI
COUCHE 4 — MATÉRIELLE
CAPTIVITÉ TOTALE
TSMC ~90% · Intel ME/PSP · Firmware non auditable · Taiwan
Coût sortie : TRÈS ÉLEVÉ · 10-15 ANS
Coût sortie : ÉLEVÉ · Délai : 12-36 mois
Coût sortie : MOYEN · Délai : 6-18 mois
PROFONDEUR ↓
COÛT DE SORTIE ↑
cf. Le Goulot de Taïwan · La Boîte Noire Matérielle · CGV sous Microscope — Corpus Opération Dindon

CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LES TROIS VERROUS PSYCHOLOGIQUES — CE QUE LES DONNÉES SEULES NE DÉBLOQUENT PAS

SUNK COST FALLACY · CLOUD-WASHING · BIAIS D'AUTORITÉ DES CABINETS DE CONSEIL

◆ VERROU I · SUNK COST FALLACY — KAHNEMAN 2011 · THALER 1980 · CF. L'ÉCHANTILLON GRATUIT S4

Le DSI qui a évangélisé le cloud pendant 5 ans sur LinkedIn, obtenu une promotion sur la transformation digitale, convaincu son DG — ne peut pas reculer sans admettre publiquement qu'il s'est trompé. La peur de perdre la face est plus forte que la rationalité économique. La narration de sortie : *"La décision de 2019 était correcte avec les informations de 2019. Les informations de 2026 sont différentes — CLOUD Act clarifié, egress fees documentés, risque TSMC identifié. Réviser la position est de la bonne gestion."* Ce n'est pas de la communication — c'est la vérité.

◆ VERROU 2 · CLOUD-WASHING — CF. LE CLOUD-WASHING (7P) · MU'ALLAQA IV · AMINE RAITI

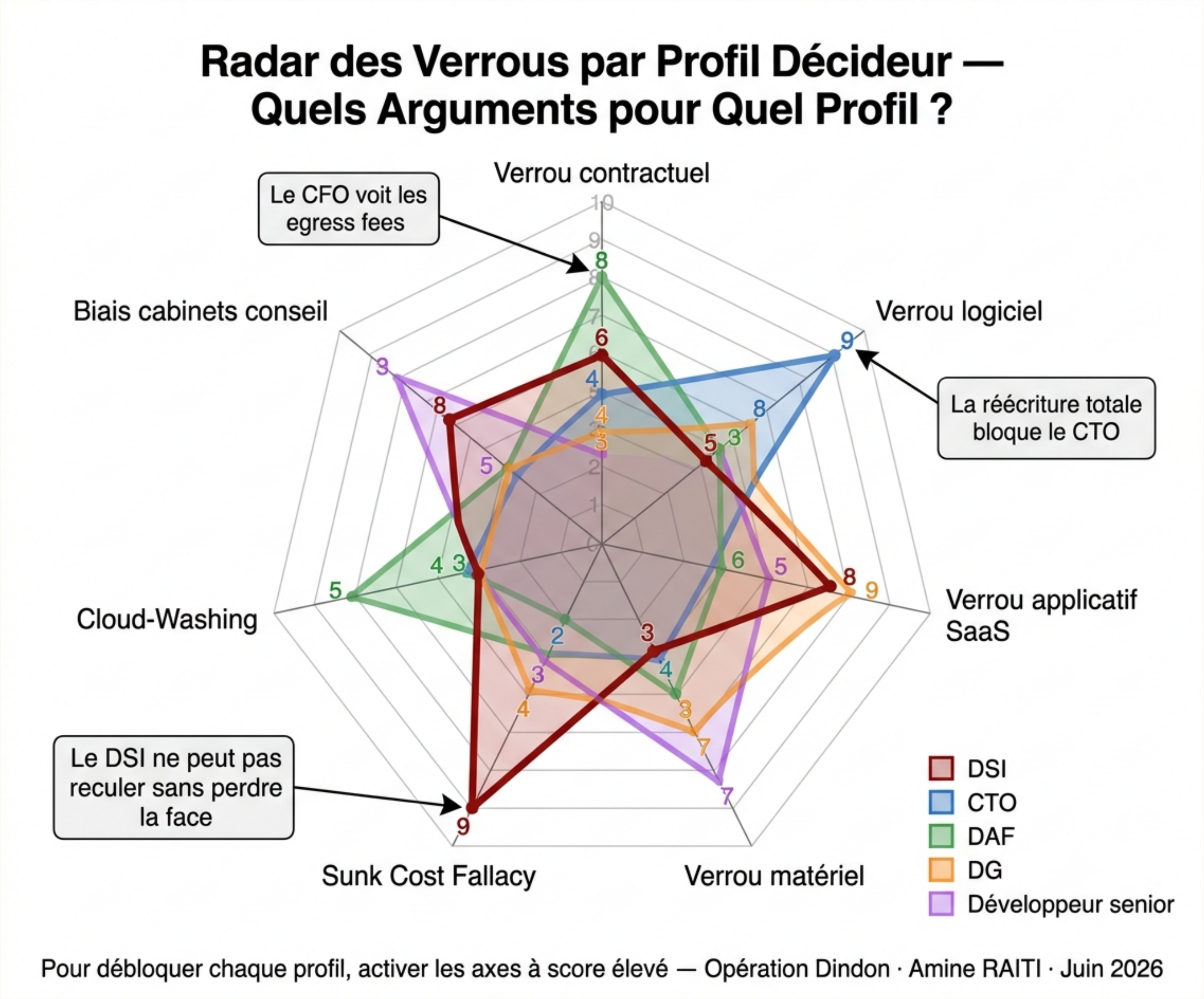
Trois couches qui neutralisent les trois résistances internes : **SOVEREIGNTY WASHING** rassure le juriste (serveurs Europe ✓ / juridiction californienne ✗) · **GREEN WASHING** rassure le RSE (RECs ≠ énergie verte · Virginia 30-35% fossile EIA 2023) · **FINANCE WASHING** rassure le CFO (argent public → hyperscalers → lobbying anti-réglementation · CPF × 3). L'ingénieur qui dirait "calculons le TCO réel" est seul contre trois arguments, trois directions, trois cases déjà cochées. Le Cloud-Washing n'est pas un mensonge isolé — c'est une architecture de conviction.

◆ VERROU 3 · BIAIS D'AUTORITÉ CABINETS CONSEIL — ANGLE MORT INTÉGRÉ

McKinsey, Accenture, Capgemini sont "AWS Premier Partner", "Google Cloud Partner". Leur modèle économique repose sur la facturation de jours-hommes de migration complexe. La simplicité du Bare-Metal local ne génère pas de prestations de conseil. Un rapport Gartner qui recommande AWS est financé, directement ou indirectement, par l'écosystème hyperscaler. Le DSI reçoit un rapport "objectif" qui confirme ce que le Cloud-Washing lui a déjà dit. Deux systèmes de validation externe — et les deux sont en conflit d'intérêts structurel.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0


Radar des Verrous par Profil Décideur — Quels Arguments pour Quel Profil ?
Verrou contractuel
Verrou logiciel
Verrou applicatif SaaS
Verrou matériel
Sunk Cost Fallacy
Cloud-Washing
Biais cabinets conseil
Le CFO voit les egress fees
La réécriture totale bloque le CTO
Le DSI ne peut pas reculer sans perdre la face
DSI
CTO
DAF
DG
Développeur senior
Pour débloquer chaque profil, activer les axes à score élevé — Opération Dindon · Amine RAITI · Juin 2026

CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA PERDITION INSTITUTIONNELLE — QUATRE NIVEAUX D'ABSORPTION DE L'ARGENT PUBLIC

L'IMPÔT QUI FINANCE LA DÉPENDANCE QU'ON PRÉTEND COMBATTRE

◆ NIVEAU 1 · LES MARCHÉS PUBLICS — CF. LE CLOUD-WASHING S3

DINUM retient AWS, Azure et Google dans "Cloud au Centre". Hôpitaux publics migrent vers Azure. Universités utilisent Google Workspace. Ministères déploient sur AWS. L'UE utilise les hyperscalers américains tout en finançant GAIA-X. Paradoxe : l'argent public finance les hyperscalers via les marchés publics → ces mêmes hyperscalers utilisent cet argent pour du lobbying sur RGPD, Data Act, AI Act → l'impôt finance la résistance aux réglementations qui protègeraient le contribuable.

◆ NIVEAU 2 · LE CPF — CF. LE CPF MAL UTILISÉ (6P)

Les dépenses CPF en certifications cloud ont triplé entre 2020 et 2023. L'argent public de la formation professionnelle — cotisations salariales — finance massivement les certifications AWS, GCP et Azure. Ces certifications renforcent la dépendance en créant un marché du travail qui valorise les compétences propriétaires au-dessus des compétences neutres. Le système public de formation finance la capture cognitive documentée dans La Novlangue.

◆ NIVEAU 3 · FREE TIER COLLECTIVITÉS — CF. LE FREE TIER APPÂT S3

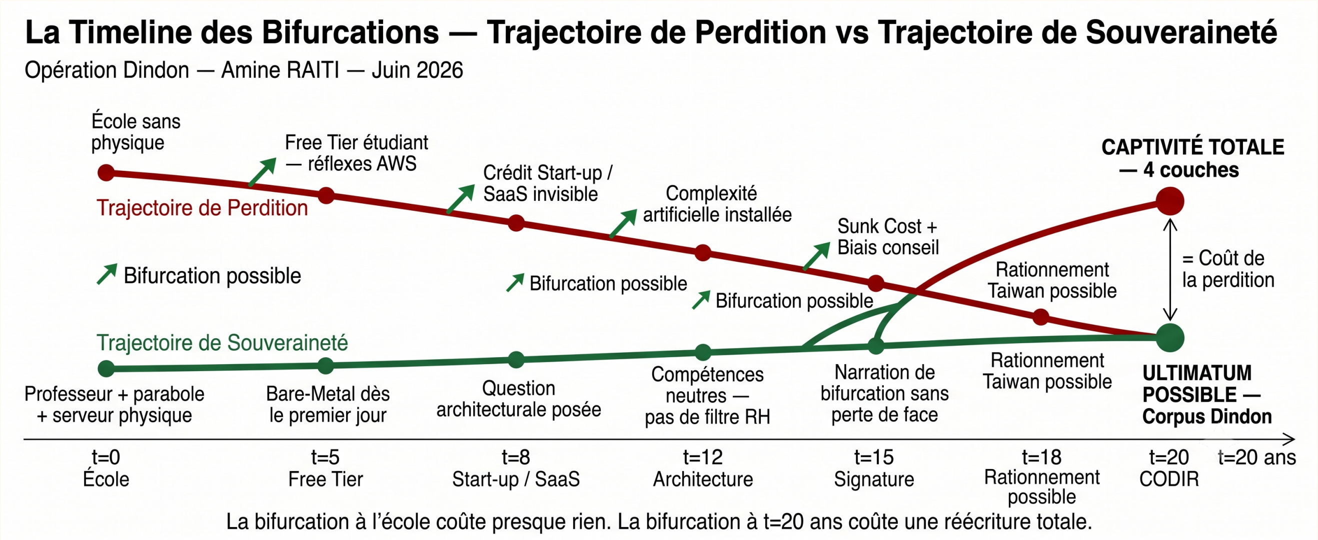
Collectivité locale "teste" sur Free Tier AWS — "gratuit pour commencer." Six mois plus tard : cliente payante d'un hyperscaler américain pour un service public financé par l'impôt. Sans appel d'offres — projet en dessous des seuils marchés publics. Le contribuable paiera indéfiniment ou investira dans une migration coûteuse.

◆ NIVEAU 4 · ABANDON INFRASTRUCTURE PÉDAGOGIQUE — CF. LE FREE TIER APPÂT S6

L'État a supprimé les budgets de TP physiques. AWS Educate a comblé ce vide — pas par philanthropie, mais parce qu'Amazon a identifié une opportunité d'acquisition. **LA BOUCLE FERMÉE :** impôt → supprime budget TP → hyperscaler comble le vide → étudiant formé sur AWS → CPF finance certifications AWS → impôt finance la formation → boucle. Chaque euro de CPF cloud renforce la chaîne causale documentée dans cette étude.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0


La Timeline des Bifurcations — Trajectoire de Perdition vs Trajectoire de Souveraineté
Opération Dindon — Amine RAITI — Juin 2026
École sans physique
Free Tier étudiant — réflexes AWS
Crédit Start-up / SaaS invisible
Complexité artificielle installée
Sunk Cost + Biais conseil
CAPTIVITÉ TOTALE — 4 couches
Trajectoire de Perdition
Bifurcation possible
Bifurcation possible
Bifurcation possible
Rationnement Taiwan possible
= Coût de la perdition
Trajectoire de Souveraineté
Professeur + parabole + serveur physique
Bare-Metal dès le premier jour
Question architecturale posée
Compétences neutres — pas de filtre RH
Narration de bifurcation sans perte de face
Rationnement Taiwan possible
ULTIMATUM POSSIBLE — Corpus Dindon
t=0 École
t=5 Free Tier
t=8 Start-up / SaaS
t=12 Architecture
t=15 Signature
t=18 Rationnement possible
t=20 CODIR
t=20 ans
La bifurcation à l'école coûte presque rien. La bifurcation à t=20 ans coûte une réécriture totale.

CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES CINQ POINTS DE BIFURCATION — OÙ LA CHAÎNE POUVAIT ÊTRE INTERROMPUE

PLUS ON INTERVIENT TARD · PLUS LE COÛT EST ÉLEVÉ · LA LOI DE LA BIFURCATION TARDIVE

#	MOMENT	ACTION	EFFET	COÛT
1	t=0 · École	Parabole + serveur physique en université · Sac du Professeur	Fondamentaux acquis · Chaîne interrompue à la source · Filtres RH neutralisés	**Budget marginal**
2	t=5 ans · Free Tier	Refus du Free Tier · Bare-Metal dès le premier jour · Question architecturale	Pas de dépendance fonctionnelle · TCO visible immédiatement · Pas de seuil invisible	**Coût immédiat · TCO meilleur sur 5 ans**
3	t=8 ans · Architecture	'Ce composant peut-il tourner hors AWS sans réécriture ?' · Refus complexité artificielle	Pas de lock-in logiciel · Migration possible sans réécriture totale	**0€ — décision architecturale**
4	t=15 ans · Signature	Lire CGV §14.12 · Calculer TCO réel · Narration de sortie sans perte de face	Décision consciente · Ultimatum possible · Corpus Dindon comme documentation	**Temps + compétence juridique**
5	t=20 ans · Perdition	Exodus Accompagné · Interface Souveraine · PCA Doux · Rapatriement progressif	Retour à l'indépendance — difficile mais possible · 4 couches à déverrouiller	**6-48 mois · Réécriture partielle · Coût élevé**

◆ LA LOI DE LA BIFURCATION TARDIVE

Bifurcation 1 (école) : budget marginal. Bifurcation 3 (architecture) : 0€. Bifurcation 5 (perdition) : 6-48 mois + réécriture. Chaque nœud causal non interrompu augmente exponentiellement le coût du suivant. La chaîne est prévisible, documentée, et évitable — à condition d'intervenir tôt.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAU DE SYNTHÈSE · LA BIBLIOTHÈQUE D'AUDIT — CHAQUE MÉCANISME ET SON ÉTUDE CORPUS

15 MÉCANISMES · 64 ÉTUDES CORPUS · LA CARTE ET SES PREUVES

MÉCANISME	ÉTUDE CORPUS	PREUVE CLÉ	BIFURCATION
Amputation scolaire · sin/cos sans cercle	*Monsieur, à Quoi Ça Sert (8p) · Le Sac du Professeur (15p)*	Rupture symbole/matière · professeur sans choix	Serveur physique en université
Sabotage algorithmique RH	*La Novlangue (12p)*	−34% postes Linux 2019-2023	Recruter sur compétences neutres
Free Tier étudiant · AWS Educate	*Le Free Tier Appât (10p)*	750h EC2 · seuil invisible · bill shock	Bare-Metal dès le premier jour
Crédit Start-up · Crise de TCO	*L'Échantillon Gratuit (6p)*	100k$ AWS Activate → crise TCO à l'épuisement	Dimensionner aux revenus réels
Nasse gravitationnelle Ingress/Egress	*Le Free Tier Appât S5 · CGV sous Microscope (8p)*	100 To ingress 0€ · egress 9 000$	Données sur fer propre dès le début
SaaS Métier invisible (shadow IT)	*Angle mort — nouvelle contribution*	73% SaaS hors DSI · Salesforce · Workday	Politique SaaS DSI avant achat
Lock-in contractuel CGV §14.12	*CGV sous Microscope (8p)*	Juridiction californienne · CLOUD Act · commits non résiliables	Lire CGV · ultimatum 4 demandes
Complexité artificielle logicielle	*L'Échantillon Gratuit S5 · La Novlangue*	Lambda+DynamoDB+SQS+Cognito = réécriture totale	'Ce composant tourne hors AWS ?'
Lock-in matériel · TSMC · IME/PSP	*Le Goulot de Taïwan (6p) · La Boîte Noire (4p)*	TSMC ~90% puces avancées · IME non auditable	Refurbished Grade A déjà gravé
Rationnement géopolitique Taiwan	*Le Goulot de Taïwan (6p) · Le Refurbished Stratégique (4p)*	Blocus → file d'attente cloud vs autonomie	Fer possédé = hors file
Sunk Cost Fallacy DSI	*L'Échantillon Gratuit S4 · Kahneman 2011*	LinkedIn + promotion = ego investi publiquement	Narration sans perte de face
Cloud-Washing 3 couches	*Le Cloud-Washing (7p) · MU'ALLAQA IV*	Sovereignty ✓ physique ✗ juridique · Virginia 30-35% fossile	Cartographier 3 couches avant décision
Biais cabinets de conseil	*Angle mort — nouvelle contribution*	AWS Premier Partner = conflit intérêts structurel	Audit TCO indépendant obligatoire
Perdition institutionnelle · DINUM · CPF	*Le Cloud-Washing S3 · Le CPF Mal Utilisé (6p)*	CPF × 3 certifications cloud 2020-2023	Marchés publics : alternatives souveraines
Free Tier collectivités sans appel d'offres	*Le Free Tier Appât S3*	Collectivité cliente payante sans décision délibérée	Seuils marchés publics dès le Free Tier

Ce tableau est la porte d'entrée de la bibliothèque d'audit Opération Dindon. Chaque ligne renvoie vers l'étude de preuve de 4 à 15 pages correspondante. Deux mécanismes (SaaS invisible · Biais cabinets conseil) sont des contributions originales de cette étude de synthèse.

RATIO

CC BY-NC-SA 4.0

CLÔTURE · CE N'EST PAS UNE CONCLUSION — C'EST UN CONSTAT

La chaîne est documentée. Les mécanismes sont nommés. Les verrous — techniques, financiers, psychologiques — sont cartographiés. Les cinq points de bifurcation sont identifiés avec leurs coûts exacts. Ce qui reste : la décision.

La perdition numérique n'est pas une fatalité — c'est le résultat d'une chaîne d'absences. L'absence de parabole à l'école. L'absence de serveur physique en TP. L'absence de lecture des CGV. L'absence de la question architecturale. L'absence d'un appel d'offres avant de "tester" le Free Tier. Chaque absence est un choix — souvent inconscient, toujours prévisible.

Le corpus Opération Dindon est la documentation. L'ultimatum du 8 septembre 2026 est la demande. Quatre exigences : commits résiliables · suppression des egress fees · portabilité des données garantie · clarification de la position CLOUD Act. La réponse d'AWS, GCP et Azure est la variable inconnue.

HUMAN

Le Bare-Metal rit de vos labels de carton.

Car le Fer ne ment point, il est notre bâton.

Amine RAITI · MU'ALLAQA IV · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

Opération Dindon · Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Formateur depuis 2006

CC BY-NC-SA 4.0 · Juin 2026 · 64 études structurelles · Ultimatum : 8 septembre 2026

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA DISSOLUTION DE LA FRONTIÈRE

Comment le Merge DevOps a Accéléré la Perdition

Ego · Temporalités · IaC · Serverless · FinOps · IDP Souverain

◆ LA THÈSE

Le corpus Opération Dindon a documenté tous les verrous externes — CGV, egress fees, TSMC, Cloud-Washing. Cette étude documente le verrou interne qui précède tous les autres : la dissolution de la frontière entre le développement et l'infrastructure. Ce n'est pas une nostalgique défense de territoire. C'est le constat que deux métiers aux temporalités, aux risques et aux natures fondamentalement différents ont été fusionnés sous le même chapeau — et que cette fusion est l'un des moteurs intimes de la captivité cloud. Le premier acte de souveraineté n'est pas technique. C'est de reconnaître qu'on s'est trompé.

HUMAN

PAGES	ANGLES MORTS	WATERMARK	GRAPHES
8	5	HUMAN DOMINANT	0

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · L'EGO COMME PREMIER VERROU — BATTRE LA PEUR AVANT DE BATTRE LE LOCK-IN

LE PREMIER ACTE DE SOUVERAINETÉ N'EST PAS TECHNIQUE — C'EST DE RECONNAÎTRE QU'ON S'EST TROMPÉ

◆ LE SUNK COST FALLACY DU DÉCIDEUR — CF. L'ÉCHANTILLON GRATUIT S4 · KAHNEMAN 2011 · THALER 1980

Un DSI qui a passé cinq ans à évangéliser la transformation DevOps de son organisation — à fusionner les équipes, à supprimer les "silos", à célébrer la vélocité des déploiements en production — ne peut pas reculer sans admettre publiquement qu'il s'est trompé. Ce n'est pas de la lâcheté. C'est le Sunk Cost Fallacy documenté par Kahneman (2011) et Thaler (1980) : la tendance à continuer un engagement non pas parce qu'il est rationnel, mais parce qu'on a déjà trop investi pour rebrousser chemin.

L'investissement est double ici. Financier d'abord — les migrations, les formations, les certifications. Mais surtout public — les posts LinkedIn, les conférences, les cas d'usage internes, la réputation professionnelle construite sur cette transformation. Reculer, c'est effacer cinq ans de posture professionnelle devant ses pairs et son DG. La peur de perdre la face est plus forte que la rationalité économique. C'est ce verrou-là qui bloque la sortie cloud avant même qu'on ait ouvert un rack.

◆ LA NARRATION DE SORTIE SANS PERTE DE FACE

La décision de fusionner les équipes infra et dev en 2019 était correcte avec les informations de 2019. Le mouvement DevOps avait des arguments réels — casser les silos de livraison, réduire les délais de mise en production, responsabiliser les équipes sur la qualité du code en production. Ces arguments restent partiellement vrais.

Ce qui a changé, c'est la documentation. Le CLOUD Act clarifié. Les egress fees mesurés. Le risque géopolitique TSMC identifié. L'absence de Capacity Planning chiffrée dans les factures. La perte des compétences de couches basses mesurable dans les offres d'emploi (−34% postes Linux). La décision de 2026 est différente parce que les informations sont différentes — pas parce que le décideur était incompétent en 2019.

Réviser sa position à la lumière de nouvelles données n'est pas une capitulation. C'est la définition même de la bonne gestion. C'est ce que le corpus Opération Dindon fournit : les nouvelles données. Le reste est une décision d'ingénieur.

◆ POURQUOI L'EGO PRÉCÈDE TOUT LE RESTE

On ne peut pas reconstruire la frontière infra/dev si le décideur qui doit l'autoriser ne peut pas admettre que sa dissolution était une erreur. Toutes les sections qui suivent — la matrice des risques, l'IaC, le Serverless, l'IDP souverain — sont techniquement exactes et organisationnellement actionnables. Elles restent inaccessibles tant que le verrou de l'ego n'est pas levé. C'est pourquoi cette section précède toutes les autres.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2A

SECTION 2A · LA MATRICE DES TEMPORALITÉS ET DES RISQUES — UNE DISJONCTION DE NATURES

CE N'EST PAS UNE SÉPARATION DE POUVOIR — C'EST UNE DISJONCTION DE NATURES DE RISQUES

Avant de nommer ce qui a été dissous, il faut nommer ce qui existait — et pourquoi sa dissolution est structurellement dangereuse.

DIMENSION	DÉVELOPPEMENT LOGICIEL	INFRASTRUCTURE
Temporalité	Courte · Sprint de 2 semaines · Release quotidienne	Longue · Engagement contractuel de 3-5 ans · Horizon 10-15 ans (matériel)
Nature du risque	Erreur applicative · Bug fonctionnel · Régression	Perte de données · Captivité structurelle · Dépendance géopolitique
Réversibilité	Rollback en minutes · Git revert · Feature flag	**Irréversible · Réécriture totale · 6-48 mois · Coût élevé**
Métrique principale	Vélocité fonctionnelle · Time to market · NPS utilisateur	Résilience · Uptime · TCO · Portabilité · Indépendance juridique
Compétence clé	Architecture applicative · Logique métier · UX · Performance code	Couches réseau/stockage/calcul · Capacity Planning · Sécurité physique · CGV
Conséquence d'erreur	Bug en production · Incident de service · Perte de conversion	**Lock-in contractuel · Perte de souveraineté · Dépendance irréversible sur 10 ans**

◆ CE QUE LA MATRICE DIT — LA RÉPONSE AU PIÈGE SÉMANTIQUE DU SILO

Ce tableau n'est pas une défense de territoire. C'est une cartographie de natures de risques incompatibles. On ne fusionne pas un chirurgien et un anesthésiste sous le même rôle sous prétexte qu'ils travaillent dans le même bloc opératoire. Si l'anesthésie échoue, le patient meurt — quelle que soit la beauté de l'acte chirurgical. C'est la légitimité de l'indépendance de l'ingénieur infrastructure : quand il se trompe, l'erreur est irréversible. Cette nature du risque exige une compétence dédiée — pas une compétence partagée avec la vélocité applicative.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2B

SECTION 2B · LE MERGE DEVOPS — LA BONNE INTENTION, L'EFFET NON VOULU

LE MOUVEMENT DEVOPS A RÉSOLU UN VRAI PROBLÈME — ET EN A CRÉÉ UN AUTRE, PLUS PROFOND

◆ CE QUE LE DEVOPS A ACCOMPLI DE RÉEL

Le mouvement DevOps, né à la fin des années 2000, a répondu à un problème documenté et réel : les équipes de développement et les équipes d'opérations travaillaient dans des silos étanches. Le développeur livrait un artefact "par-dessus le mur". L'équipe ops l'installait sans comprendre ce qu'elle installait. Les délais de mise en production se comptaient en semaines, parfois en mois. Les incidents de production étaient des crises diplomatiques autant que techniques.

Le DevOps a résolu ça. L'intégration continue, la livraison continue, l'infrastructure as code, les tests automatisés, la responsabilité partagée sur la qualité en production — ce sont des contributions réelles qui ont amélioré la qualité logicielle et réduit les délais de livraison. Cette étude ne conteste pas ces acquis.

◆ L'EFFET NON VOULU — LA DISSOLUTION DE L'EXPERTISE DE COUCHES BASSES

Ce que le mouvement DevOps n'avait pas anticipé : en cassant les silos de livraison, il a aussi cassé les silos de compétence. La fusion organisationnelle des équipes a progressivement entraîné la fusion des rôles, puis la fusion des responsabilités décisionnelles. Le développeur "full-stack" est devenu le développeur "full-infra" — pas par compétence acquise, mais par glissement de périmètre.

Résultat documentable : un développeur qui déploie sur Lambda sans comprendre ce qui tourne en dessous n'est pas un DevOps — c'est quelqu'un à qui on a donné une télécommande sans lui montrer la télévision. Il peut changer de chaîne. Il ne peut pas réparer le poste. Et quand le poste est en panne — c'est-à-dire quand le lock-in est installé — il ne le voit pas arriver.

La perte est double. Le développeur perd la conscience des couches basses. L'organisation perd l'ingénieur infrastructure comme garde-fou des décisions irréversibles. Personne ne fait plus de Capacity Planning. Personne ne lit les CGV avant de choisir un service managé. Personne ne demande "ce composant peut-il tourner hors AWS sans réécriture ?" — parce que plus personne n'a les compétences pour comprendre la réponse.

◆ LE DÉVELOPPEUR N'EST PAS COUPABLE — L'ORGANISATION L'EST

Le développeur qui déploie sur Lambda sans comprendre l'infrastructure n'est pas incompétent — on lui a dit que c'était son travail. L'ingénieur infrastructure fusionné sous un "tribe" agile n'est pas dépassé — on lui a dit que c'était la modernité. Les deux ont été trahis par un modèle organisationnel qui a confondu collaboration avec dissolution de l'expertise.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2C

SECTION 2C · L'IAC — LE CODE A DISSOUS LA CONSCIENCE DU FER

YAML A FAIT OUBLIER LE DISQUE DUR — L'INFRASTRUCTURE-AS-CODE COMME VECTEUR RÉEL DU MERGE

Le plan initial ciblait la console AWS comme abstraction punitive. C'est déjà vrai — mais c'est l'ancienne bataille. Le vrai vecteur actuel est l'Infrastructure-as-Code.

◆ L'ILLUSION PARFAITE — « LOOK, IT'S CODE, SO IT'S MY JOB »

Terraform, CloudFormation, Pulumi — vingt lignes de HCL ou de YAML pour instancier un cluster Kubernetes managé (EKS), une base DynamoDB, une file SQS, un réseau VPC complet. Pour un développeur, ce script ressemble à du code. Il a une syntaxe, des variables, des boucles, des modules réutilisables. Il vit dans Git, il est révisé en Pull Request, il est testé dans une pipeline CI/CD.

C'est exactement ça, le problème. L'IaC a transformé la physique de l'infrastructure en syntaxe applicative. En écrivant `resource "aws_dynamodb_table" "users"`, le développeur a l'impression de déclarer une structure de données — pas de signer un engagement contractuel propriétaire, pas de créer un lock-in logiciel de dix ans, pas d'exclure tout futur déploiement sur une autre infrastructure sans réécriture complète.

Le code a dissous la conscience du fer. Derrière les vingt lignes HCL, il y a un datacenter en Virginie, des puces gravées par TSMC, un contrat soumis au droit californien, et des egress fees qui attendront patiemment que les données s'accumulent.

◆ LA DIFFÉRENCE QUE LE DÉVELOPPEUR NE VOIT PLUS

Un bug dans le code applicatif : git revert · rollback en minutes · l'état précédent est accessible dans l'historique Git.

Une erreur dans un script IaC qui instancie un service managé propriétaire : les données sont dedans · l'architecture applicative dépend de ce service · le "git revert" du Terraform ne rapatrie pas les données · la dette technique est contractuellement verrouillée.

Ces deux erreurs ont la même forme syntaxique — une ligne de code. Elles n'ont pas la même nature de risque. L'IaC a rendu cette différence invisible. C'est pourquoi l'ingénieur infrastructure doit être présent dans la revue des scripts IaC — pas pour dire non, mais pour nommer ce que le code représente physiquement et contractuellement.

RATIO

◆ LA RÈGLE ARCHITECTURALE — LE POINT DE RENCONTRE DES DEUX MÉTIERS

"Ce composant peut-il fonctionner hors AWS sans réécriture ?" Cette question, posée avant chaque resource IaC, est le point de rencontre des deux métiers. Le développeur la pose. L'ingénieur infra y répond. Si la réponse est non — c'est une décision d'architecture, pas un choix de syntaxe. Elle doit être consciente, délibérée, et documentée comme telle.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2D

« DÉVELOPPEZ, ON S'OCCUPE DU RESTE » — LA STRATÉGIE DE NEUTRALISATION DE L'INGÉNIEUR INFRASTRUCTURE

◆ LE SERVERLESS COMME MARKETING DE LA DISSOLUTION

Le merge DevOps n'a pas seulement été poussé par de bonnes intentions managériales. Il a été activement théorisé, marketé et financé par les hyperscalers sous les bannières du Serverless (AWS Lambda, 2014) et du NoOps — "Développez, on s'occupe du reste." Ces promesses ont un destinataire précis : le développeur. Leur objectif déclaré : supprimer la friction infrastructure. Leur effet réel : neutraliser l'ingénieur infrastructure comme opposant interne à la capture cloud.

Un ingénieur infrastructure qui comprend le fer est le principal obstacle à la vente de services cloud managés. Il pose des questions gênantes : Qu'est-ce qui tourne en dessous ? Où sont les données ? Que dit le contrat sur les egress ? Peut-on migrer ? Le supprimer organisationnellement — en fusionnant son rôle sous celui du développeur, en le faisant "évoluer" vers des certifications AWS, en renommant son métier "cloud engineer" — résout le problème commercial du côté hyperscaler.

◆ LA CHRONOLOGIE DE LA NEUTRALISATION

2006-2010 : le mouvement DevOps émerge pour casser les silos de livraison. Objectif légitime.

2012-2015 : AWS, Google et Microsoft adoptent et amplifient le discours DevOps dans leurs conférences et certifications. Ils y ajoutent la couche "cloud-native" — l'idée que le vrai DevOps se fait sur le cloud. Les certifications hyperscalers remplacent progressivement les certifications infra neutres (Linux Foundation, Red Hat).

2014-2018 : Lambda (AWS), Cloud Functions (Google), Azure Functions. Le Serverless est présenté comme l'étape suivante du DevOps — plus besoin de gérer des serveurs. L'ingénieur infrastructure devient progressivement superflu dans cette narration.

2018-2024 : les organisations fusionnent massivement leurs équipes infra et dev sous des "tribes" DevOps. Le Capacity Planning disparaît. Les compétences de couches basses disparaissent. Le marché du travail Linux s'effondre (−34%). La capture est complète.

La chronologie n'est pas une théorie du complot — c'est une observation de marché. Les hyperscalers ont suivi une logique commerciale rationnelle. Les organisations ont suivi une logique managériale de bonne foi. Le résultat est documenté dans 64 études du corpus Opération Dindon.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

QUAND L'INGÉNIEUR INFRASTRUCTURE DISPARAÎT, LE CAPACITY PLANNING DISPARAÎT AVEC LUI — ET LA FACTURE EXPLOSE

◆ LA DESTRUCTION DU CAPACITY PLANNING

L'ingénieur infrastructure avait une fonction invisible mais critique : le Capacity Planning. Avant de déployer un service, il estimait la charge, dimensionnait les ressources, prévoyait les pics, calculait le coût mensuel à l'échelle. Cette fonction n'était pas glamour — elle ne générait pas de démos impressionnantes en CODIR. Mais elle était le garde-fou financier de l'architecture.

Quand l'ingénieur infrastructure a été fusionné sous la coupe du développeur, cette fonction a disparu. Le cloud engineer — souvent un développeur reconverti avec une certification AWS Solutions Architect — ne prévoit plus la capacité. Il la consomme à l'aveugle. Lambda scale automatiquement — c'est la promesse. Ce que la promesse ne dit pas : Lambda scale aussi la facture, de manière non linéaire, sans alerte par défaut.

◆ LE LAMBDA MAL OPTIMISÉ — UN EXEMPLE CHIFFRABLE

Un développeur déploie une fonction Lambda qui interroge DynamoDB avec un accès séquentiel au lieu d'un accès par batch. La fonction est déclenchée 10 millions de fois par jour. Coût estimé par le développeur : "Lambda est presque gratuit au Free Tier." Coût réel à l'échelle : la combinaison des invocations Lambda + les lectures DynamoDB + le transfert de données peut représenter plusieurs milliers d'euros par mois selon l'architecture exacte.

Un ingénieur infrastructure aurait estimé ce coût avant le déploiement. Le capacity planning est la traduction de l'architecture logicielle en coûts réels — avant qu'ils ne soient facturés. Sans cette compétence dans l'équipe, le DAF découvre les coûts en fin de mois. Pas avant.

◆ LE DAF COMME ALLIÉ NATUREL DE LA RECONSTRUCTION DE LA FRONTIÈRE

Le DAF est le seul décideur qui ressent physiquement les conséquences du merge infra/dev — sous forme de factures cloud en croissance non linéaire, de coûts de sortie imprévus, de TCO jamais calculé. Il est aussi le plus facile à convaincre avec des données : montrer la courbe de la facture cloud sur 36 mois, superposer la disparition progressive de l'équipe infra dédiée, et laisser la corrélation parler.

La reconstruction de la frontière infra/dev n'est pas seulement une décision technique ou organisationnelle — c'est une décision financière. L'ingénieur infrastructure est un garde-fou du DAF. Sa disparition a un coût. Ce coût est mesurable, documenté, et croissant.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3B

LA FRONTIÈRE N'EST PAS UN MUR — C'EST UNE API ORGANISATIONNELLE

◆ LE RISQUE DE LA RECONSTRUCTION BRUTALE — NE PAS RECRÉER LA GUERRE DEVS/OPS

Recréer une frontière étanche entre infra et dev sans protocole réactive immédiatement la guerre légendaire "Devs vs Ops" : le ticket JIRA qui dort trois semaines, l'équipe infra qui dit non par réflexe, l'équipe dev qui contourne par frustration. Cette guerre a existé. Elle a produit le mouvement DevOps. Il ne s'agit pas de revenir à 2005.

La frontière à reconstruire n'est pas un mur. C'est une interface — une API organisationnelle qui permet aux deux métiers de collaborer sans se dissoudre l'un dans l'autre.

◆ L'IDP SOUVERAIN — L'INGÉNIEUR INFRASTRUCTURE COMME FOURNISSEUR DE BRIQUES

L'Internal Developer Platform (IDP) souverain est la réponse opérationnelle. L'ingénieur infrastructure ne dit plus "non" — il fournit. Il conçoit et met à disposition des développeurs des briques d'infrastructure abstraites, mais agnostiques et réversibles : une brique base de données qui peut tourner sur PostgreSQL bare-metal ou sur un cloud, une brique file de messages qui peut être RabbitMQ ou SQS selon le contexte, une brique authentification qui n'est pas verrouillée sur Cognito.

La règle de la brique souveraine : chaque composant fourni par la plateforme interne doit pouvoir répondre "oui" à la question "peut-il tourner hors AWS sans réécriture ?" Si la réponse est non, le choix est délibéré, documenté, et assumé par les deux parties — pas subi par défaut parce que "c'était simple à deployer".

◆ LA FORMATION ÉPISTÉMOLOGIQUE — LE SAC DU PROFESSEUR DE MATHS POUR L'INFRA

L'IDP résout le problème organisationnel. Il ne résout pas le problème épistémologique : un développeur qui utilise une brique IDP sans comprendre ce qu'il y a en dessous reste incapable de reconnaître un lock-in architectural quand il en crée un.

La solution n'est pas de former chaque développeur à gérer un cluster Kubernetes. C'est de lui montrer une fois, physiquement, ce que `resource "aws_dynamodb_table"` déclenche en dessous — comme le professeur qui sort une parabole pour que l'étudiant comprenne sin/cos. Pas pour en faire un ingénieur infrastructure. Pour qu'il sache lire une facture cloud, reconnaître un inode, comprendre pourquoi un script IaC n'est pas un git revert.

HUMAN

◆◆◆

Le Fer ne ment point.

Il n'a pas de Free Tier. Il n'a pas de console YAML.

Il coûte dès le premier jour — et c'est exactement pourquoi il est libre.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE CLOUD-WASHING

Anatomie d'une Imposture en Trois Couches

Sovereignty Washing · Green Washing · Finance Washing

HUMAN

◆ LA THÈSE

Le Cloud-Washing est le méta-mécanisme qui chapeaute tous les autres : il peint une dépendance en liberté, une domination en service, une extraterritorialité en souveraineté. Il opère en trois couches — souveraineté, écologie, finance publique — chacune avec ses labels et ses chiffres.

COUCHES	FORMAT	WATERMARK
3	**POÈME + RATIO**	**HUMAN + RATIO**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

🏛️ Nemo supra legem est

CC BY-NC-SA 4.0

MU'ALLAQA IV

Le Cloud-Washing | Style : Al-Mutanabbi

Ce poème a été écrit par Amine RAITI avant cette étude.
L'étude documente ce que le poème a nommé.

Maudite soit la ruse et le fard des puissants, · Qui cachent leur empire en des mots séduisants.

Azure et AWS, ces maîtres de l'intrigue, · Repeignent en « Souverain » leur plus vile fatigue.

Ils parlent d'écologie et de cieux verdoyants, · Pendant que Microsoft reste un maître effrayant.

C'est un masque de fer sur une face d'argile, · Un marketing de cour pour un peuple fragile.

Blâmons ces faux semblants aux couleurs de la France, · Où Google nous endort par sa fausse assurance.

Le Cloud-Washing est là, comme un voile de soie, · Pour masquer qu'Amazon impose sa propre loi.

L'ingénieur ébloui par ces labels de paille, · Livre ses propres clés avant la moindre bataille.

On nous vend la patrie sous un sceau étranger, · Pour que l'on ne puisse plus jamais les déranger.

Blâmons cette finance qui paie pour l'apparence, · Dans le Cloud de l'Empire et sa vaine espérance.

On paie le prix du luxe pour un vernis local, · Pendant que chez Microsoft le gain est radical.

L'argent de nos impôts nourrit ces vils géants, · Qui rient de nos décrets, si petits et néants.

C'est un impôt caché sur notre intelligence, · Une taxe de plus sur notre négligence.

Le poète se lève et dénonce le roi, · Qui ne connaît du monde que sa propre loi.

Je rejette ces mots et ces vils prédateurs, · Ces marchands de Google et ces vils menteurs.

Le vrai pouvoir réside en celui qui possède, · La machine physique et jamais ne concède.

Le Bare-Metal rit de vos labels de carton, · Car le Fer ne ment point, il est notre bâton.

Que l'expert se méfie des discours de velours : · Le Cloud n'est point un toit, mais un bien sombre tour.

Ne confonds point l'étiquette avec la vérité, · Ou tu perdras bientôt toute ta liberté.

Amine RAITI · Opération Dindon · Juin 2026 · CC BY-NC-SA 4.0

HUMAN

I

SECTION I · LE SOVEREIGNTY WASHING

« SOUVERAIN » SUR UNE INFRASTRUCTURE SOUMISE AU DROIT CALIFORNIEN

« Azure et AWS, ces maîtres de l'intrigue, / Repeignent en « Souverain » leur plus vile fatigue. »

◆ LES OFFRES "SOUVERAINES" DES HYPERSCALERS

Depuis 2022-2023, les trois hyperscalers ont lancé des offres estampillées "souverain" :

AWS European Sovereign Cloud : infrastructure physiquement en Europe, gérée par des employés européens. Ce que l'offre ne dit pas : Amazon.com Inc. reste soumise au CLOUD Act américain. Une National Security Letter peut contraindre Amazon à fournir des données sans en informer le client, quel que soit le lieu physique des serveurs.

Microsoft Cloud de Confiance (avec Bleu) : une filiale française (Bleu, Capgemini + Orange) opère l'infrastructure. La technologie reste celle de Microsoft. Le contrat reste soumis au droit irlandais et américain pour la technologie sous-jacente.

Google Sovereign Controls : chiffrement géré par le client, réduisant l'accès de Google aux données. Réduction partielle de l'exposition — pas souveraineté complète.

◆ LA DIFFÉRENCE QUE LE LABEL NE DIT PAS

Souveraineté physique : où sont les serveurs ? → Résolue. Les serveurs sont en Europe.

Souveraineté juridique : quelle loi s'applique ? → Non résolue. La société mère reste américaine, soumise au CLOUD Act et au droit californien (CGV §14.12).

Le Sovereignty Washing vend la résolution physique comme si elle résolvait aussi la dimension juridique. Le décideur qui lit "Cloud Souverain" croit que les deux sont résolues. Une seule l'est.

◆ LE VERS

"On nous vend la patrie sous un sceau étranger, / Pour que l'on ne puisse plus jamais les déranger."

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE GREEN WASHING

LE DATACENTER DE VIRGINIE ET SON MIX ÉNERGÉTIQUE RÉEL

« Ils parlent d'écologie et de cieux verdoyants, / Pendant que Microsoft reste un maître effrayant. »

◆ RECS · PPAS · ET LA RÉALITÉ DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

RECs (Renewable Energy Certificates) : un certificat qui atteste qu'une quantité d'énergie équivalente a été injectée dans le réseau par une source renouvelable. Le serveur qui héberge vos données continue de consommer l'énergie disponible sur le réseau local — qui peut être majoritairement fossile. Le REC équilibre la comptabilité, pas le réseau.

PPAs (Power Purchase Agreements) : contrats d'achat d'énergie renouvelable à long terme. Plus solides que les RECs — mais un PPA signé en Espagne ne signifie pas que le datacenter de Virginie tourne à l'éolien espagnol. Les électrons ne voyagent pas ainsi.

Le réseau électrique de Virginie du Nord — où se concentrent les plus grands datacenters AWS et Microsoft — est alimenté à environ 30-35% par des sources fossiles selon les données 2023 de l'EIA.

◆ L'INEFFICACITÉ CACHÉE DES ARCHITECTURES CLOUD

La mutualisation réduit réellement la consommation par rapport à des datacenters individuels sous-utilisés. Mais les architectures serverless mal conçues — Lambda qui se réveille à froid, containers qui tournent à vide, monitoring qui interroge des APIs toutes les 30 secondes — consomment du compute en continu. Personne ne mesure le kWh par requête. La "mutualisation verte" est réelle au niveau datacenter — elle est annulée par l'inefficacité applicative que le cloud encourage.

◆ LE VERS

"C'est un masque de fer sur une face d'argile, / Un marketing de cour pour un peuple fragile."

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE FINANCE WASHING

L'ARGENT PUBLIC QUI FINANCE LA DÉPENDANCE QU'ON PRÉTEND COMBATTRE

« L'argent de nos impôts nourrit ces vils géants, / Qui rient de nos décrets, si petits et néants. »

◆ LES MARCHÉS PUBLICS CLOUD EN FRANCE ET EN EUROPE

Pendant que les gouvernements européens produisent des rapports sur la souveraineté numérique, les administrations publiques signent des contrats cloud avec les mêmes hyperscalers qu'ils prétendent vouloir réduire.

En France : la DINUM a retenu AWS, Azure et Google dans son programme "Cloud au Centre". Des hôpitaux publics migrent vers Microsoft Azure. Des universités utilisent Google Workspace for Education. Des ministères déploient sur AWS.

L'Union Européenne elle-même utilise massivement les services des hyperscalers américains — tout en finançant le programme GAIA-X censé créer une alternative européenne.

Le paradoxe du Finance Washing : l'argent public finance les hyperscalers via les marchés publics. Ces mêmes hyperscalers utilisent une partie de cet argent pour du lobbying sur les réglementations européennes. L'impôt du contribuable européen finance indirectement la résistance aux réglementations qui le protègeraient.

◆ LE CPF QUI FINANCE LES CERTIFICATIONS PROPRIÉTAIRES

Documenté dans "Le CPF Mal Utilisé" : les dépenses CPF en certifications cloud ont triplé entre 2020 et 2023. L'argent public de la formation professionnelle finance massivement les certifications AWS, GCP et Azure — renforçant la dépendance en créant un marché du travail qui valorise les compétences propriétaires au-dessus des compétences neutres. Le système public de formation finance la capture cognitive documentée dans La Novlangue.

◆ LE VERS

"C'est un impôt caché sur notre intelligence, / Une taxe de plus sur notre négligence."

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · TABLEAU DES IMPOSTURES

CE QU'ILS ANNONCENT · LA RÉALITÉ · LE COÛT EN SOUVERAINETÉ

COUCHE	ILS ANNONCENT	LA RÉALITÉ	COÛT EN SOUVERAINETÉ
SOVEREIGNTY WASHING	*"Cloud Souverain" · "Cloud de Confiance" · "Sovereign Controls"*	Serveurs en Europe ✓ · Juridiction californienne ✗ · CLOUD Act applicable	Décision sur fausse prémisse · Dépendance juridique maintenue · Sortie rendue plus difficile
GREEN WASHING	*"100% renouvelable" · "Net zéro carbone" · "Cloud vert"*	RECs ≠ énergie verte physique · Virginia ~30-35% fossile · kWh/requête non mesuré	Direction RSE valide la migration sur argument écologique · Rapport ESG incomplet
FINANCE WASHING	*"Modernisation" · "Digital transformation" · "Cloud au Centre"*	Argent public → hyperscalers → lobbying anti-réglementation · CPF → certifications propriétaires	Le contribuable finance sa propre capture · Boucle auto-entretenue

◆ LE CLOUD-WASHING COMME MÉTA-MÉCANISME

Les trois couches neutralisent les trois résistances internes : Sovereignty Washing rassure le juriste · Green Washing rassure le RSE · Finance Washing rassure le CFO. L'ingénieur qui dirait "calculons le TCO réel" est seul contre trois arguments, trois directions, trois cases déjà cochées. Le Cloud-Washing n'est pas un mensonge isolé — c'est une architecture de conviction.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE POÈME COMME POINT DE DÉPART · LE CORPUS COMME DOCUMENTATION

CE QUE MU'ALLAQA IV A NOMMÉ · CE QUE LE CORPUS A DOCUMENTÉ

Le poème MU'ALLAQA IV a été écrit avant cette étude. Il a nommé les trois couches — souveraineté, écologie, finance — avec la précision d'une observation directe. L'étude documente ce que le poème a nommé. Al-Mutanabbi dénonçait les puissants à leur propre cour. Le corpus Opération Dindon fait la même chose — en vers et en tableaux comparatifs.

◆ CE QUE LE CORPUS AVAIT DÉJÀ DOCUMENTÉ

Sovereignty Washing : "Data residency" comme faux ami · "Compliance" qui déplace la responsabilité · "Global infrastructure" qui masque l'extraterritorialité. → La Novlangue qui Coûte Cher.

Green Washing : RECs ≠ énergie verte · kWh/requête non mesuré · Direction RSE qui coche la case. → La Novlangue (Section 7 — GreenOps).

Finance Washing : CPF → certifications propriétaires · argent public → capture cognitive. → Le CPF Mal Utilisé.

◆ CE QUE CETTE ÉTUDE AJOUTE

Le terme **Cloud-Washing** unifie ces trois mécanismes sous un label commun — et dit qu'ils ne sont pas trois problèmes indépendants mais trois couches d'un même système de conviction conçu pour valider la migration par trois directions différentes avec trois arguments différents. L'ingénieur qui dirait non doit maintenant convaincre simultanément les trois.

◆◆◆

« Le Bare-Metal rit de vos labels de carton,

Car le Fer ne ment point, il est notre bâton. »

— Amine RAITI · MU'ALLAQA IV · 2026

HUMAN

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

L'ÉCHANTILLON GRATUIT

Mécanique de l'Accoutumance Appliquée au Cloud

Pourquoi le Free Tier suit la logique de toutes les industries qui ont découvert comment créer un besoin avant de le monétiser

◆ LA THÈSE

Le Free Tier est un échantillon d'entrée. Pas une offre commerciale — un échantillon. Les industries de la grande distribution, du jeu vidéo, et de l'industrie pharmaceutique ont toutes découvert le même principe : offrir la première expérience gratuitement pour créer le besoin, puis monétiser l'impossibilité de s'en passer. AWS a appliqué cette mécanique à l'infrastructure numérique avec une précision chirurgicale. Cette étude fait le parallèle structurel — sans un seul mot dur — et laisse au lecteur le soin de tirer la conclusion.

TERMES NEUTRES	REGISTRE	WATERMARK
10	**SUBTIL SANS MOT DUR**	**HUMAN**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

HUMAN

I

SECTION I · LA QUESTION QUI OUVRE TOUT

QUELLE INDUSTRIE A INVENTÉ LE PRINCIPE DE DONNER GRATUITEMENT POUR CRÉER UN BESOIN QU'ON MONÉTISERA ENSUITE ?

◆ L'ÉCHANTILLON DANS LES INDUSTRIES QUI ONT DÉCOUVERT LA MÉCANIQUE

La grande distribution : les échantillons en supermarché. Le fromage coupé en petits cubes. La saucisse sur un cure-dent. Gratuit. Sans engagement. Juste pour que vous goûtiez. L'industrie alimentaire a découvert au XXe siècle que l'expérience physique du produit convertit mieux que n'importe quelle publicité. Une fois que vous avez goûté, le besoin existe. Il n'existait pas avant.

L'industrie du jeu vidéo : le modèle free-to-play. Le jeu est gratuit. La progression est gratuite. Jusqu'au moment où le jeu est conçu pour créer une frustration que seul un achat résout. Les mécaniques de loot boxes, d'« energy » qui se recharge lentement, de niveaux qui bloquent avant un mur payant — c'est le même principe : échantillon gratuit, friction payante. L'Union Européenne a commencé à réguler ces pratiques en 2022.

L'industrie pharmaceutique : les médicaments échantillons distribués aux médecins. Gratuits pour le patient les premiers mois. Quand l'ordonnance suit, la molécule est brevetée et le générique n'existe pas encore. Le besoin médical est réel — mais il a été créé par l'accès gratuit initial.

AWS · GCP · Azure : le Free Tier. Le Crédit Start-up. AWS Educate. L'Ingress gratuit. Même principe. Même mécanique. Même structure économique. La seule différence : le produit n'est pas alimentaire, ludique ou médical. C'est de l'infrastructure numérique. Mais la séquence est identique : échantillon gratuit → création du besoin → dépendance fonctionnelle → monétisation de l'impossibilité de sortir.

◆ CE QUE LE PARALLÈLE RÉVÈLE

Ces industries ont toutes été régulées quand le grand public a compris la mécanique. La grande distribution a des règles sur les promotions trompeuses. Le jeu vidéo est sous pression réglementaire sur les loot boxes. L'industrie pharmaceutique est sous surveillance sur les conflits d'intérêt des échantillons. L'industrie cloud n'a pas encore été régulée sur cette dimension spécifique. L'ultimatum du 8 septembre 2026 est une première étape dans cette direction.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE TABLEAU DE CORRESPONDANCE — TERMINOLOGIE NEUTRE ET ÉQUIVALENTS CLOUD

DIX TERMES · DIX ÉQUIVALENTS · UNE SEULE MÉCANIQUE

Le tableau ci-dessous utilise une terminologie strictement neutre — issue des sciences économiques, du marketing, et de la psychologie comportementale. Aucun terme n'est emprunté à un registre péjoratif. La conclusion appartient au lecteur.

TERME NEUTRE	DÉFINITION	ÉQUIVALENT CLOUD
L'échantillon d'entrée	Produit offert gratuitement pour créer le premier contact	*Free Tier · AWS Educate · Crédits Start-up*
La substance d'intégration	Ce qui crée la dépendance fonctionnelle une fois adopté	*APIs propriétaires · DynamoDB · Lambda · S3*
La dépendance fonctionnelle	État où l'arrêt entraîne une friction insupportable	*Lock-in logiciel · Code écrit pour un seul fournisseur*
Le seuil de bascule	Moment où la gratuité cesse et la facturation commence	*Fin des 12 mois · Crédits Start-up épuisés*
La friction de sortie	Coût élevé et douleur associés à l'arrêt de la consommation	*Egress fees · Crise de TCO · Migration forcée*
L'écosystème captif	Réseau qui rend la sortie socialement et techniquement difficile	*Certifications propriétaires · Marché du travail AWS*
Le distributeur de proximité	Agent de premier contact qui distribue les échantillons	*Commercial AWS sur campus · Programmes accélérateurs*
L'architecte de l'écosystème	Celui qui conçoit et contrôle toute la chaîne	*AWS · GCP · Azure — les hyperscalers*
Le sevrage choisi	Retour à l'indépendance — difficile mais possible	*Migration bare-metal · L'Exodus Accompagné*
Le produit sans échantillon	Ce qui coûte dès le premier jour et n'a pas besoin de créer la dépendance	*Bare-Metal · Serveur physique possédé*

◆ LA SÉQUENCE EN QUATRE TEMPS — IDENTIQUE DANS TOUTES CES INDUSTRIES

1. Échantillon d'entrée gratuit — création du premier contact sans friction financière. 2. Dépendance fonctionnelle — le produit s'intègre dans les habitudes, les workflows, les architectures. 3. Seuil de bascule — la gratuité cesse, la facturation commence, la sortie est devenue coûteuse. 4. Friction de sortie — l'écosystème captif rend le retour à l'indépendance long, coûteux, et risqué.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE PRODUIT SANS ÉCHANTILLON — LA CONTRE-PROPOSITION

LE BARE-METAL COÛTE DÈS LE PREMIER JOUR · C'EST SON AVANTAGE PRINCIPAL

◆ POURQUOI L'ABSENCE D'ÉCHANTILLON EST UNE PROPRIÉTÉ, PAS UN DÉFAUT

Le Bare-Metal n'a pas de Free Tier. Il n'a pas de Crédit Start-up. Il n'a pas d'Ingress gratuit. Il coûte dès le premier jour — électricité, rack, maintenance, personnel compétent. Cette absence d'échantillon est souvent citée comme un inconvénient : « le cloud est plus facile à démarrer. »

C'est exact. Et c'est précisément pourquoi le Bare-Metal ne crée pas de dépendance fonctionnelle. Un produit qui coûte dès le premier jour n'a pas besoin de vous rendre dépendant — vous avez déjà pris votre décision en connaissance de coût. Il n'a rien à vous offrir gratuitement. Il n'a pas besoin de vous faire traverser un seuil de bascule. Il n'a pas de friction de sortie parce qu'il n'y a pas de sortie — vous possédez le fer.

◆ LE PARALLÈLE AVEC LES INDUSTRIES QUI ONT RÉSISTÉ À LA MÉCANIQUE DE L'ÉCHANTILLON

Toutes les industries n'ont pas adopté la mécanique de l'échantillon. L'artisan facture depuis le premier coup de ciseau. L'architecte demande des honoraires depuis le premier croquis. Le consultant indépendant envoie une facture depuis le premier appel. Ces professionnels n'ont pas de Free Tier parce qu'ils n'en ont pas besoin — leur valeur est visible sans échantillon gratuit.

L'infogéreuse souveraine qui propose ses services à un client est dans la même position : elle facture depuis le premier jour. Elle ne peut pas offrir 12 mois gratuits parce qu'elle n'a pas les reins financiers d'Amazon. Mais cette contrainte est aussi sa liberté : elle n'a pas besoin de créer une dépendance pour conserver ses clients. Elle les conserve parce qu'elle les sert bien.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · ANGLE MORT · LE VERROU DE L'AMOUR-PROPRE

LE SUNK COST FALLACY APPLIQUÉ AU CLOUD — LE LOCK-IN EST AUSSI UNE ARCHITECTURE D'EGO

Le corpus a documenté tous les verrous techniques et financiers de la sortie. Il n'avait pas encore documenté le verrou le plus puissant — celui qui opère à l'exact niveau où les décisions sont prises.

◆ LE BIAIS DES COÛTS IRRÉCUPÉRABLES — DÉFINITION ET MÉCANIQUE

Le Sunk Cost Fallacy (Thaler 1980, Kahneman 2011) est l'un des biais cognitifs les plus robustes et les plus universels : la tendance à continuer un engagement non pas parce qu'il est rationnel de le continuer, mais parce qu'on a déjà investi des ressources non récupérables. Des spectateurs regardent un film nul jusqu'à la fin parce qu'ils ont payé la place. Des États continuent des guerres perdues parce qu'ils ont déjà investi des soldats. Des DSI continuent à payer des egress fees parce qu'ils ont déjà investi cinq ans de leur carrière dans la migration cloud.

Ce biais est particulièrement puissant quand l'investissement passé est public et documenté. Et les migrations cloud sont publiques — elles font l'objet de posts LinkedIn, de conférences, de cas d'usage publiés sur le site du fournisseur, de témoignages internes. Le DSI qui a évangélisé le cloud pendant cinq ans n'a pas seulement investi du temps et de l'argent. Il a investi sa réputation professionnelle.

◆ LE PROFIL DU DÉCIDEUR PIÉGÉ

Le DSI concerné a typiquement : publié des posts LinkedIn sur la migration réussie · présenté le cas d'usage en conférence · obtenu une promotion ou une reconnaissance interne liée à la transformation digitale · convaincu son DG et son CODIR que le cloud était la bonne décision · formé ses équipes aux certifications AWS/GCP.

Cinq ans plus tard, il lit le corpus Opération Dindon. Les chiffres sont corrects. Le ratio 7,5× bare-metal vs cloud est vérifiable. Les CGV §14.12 sont dans ses contrats. Il comprend. Et il ne peut pas reculer — non pas parce qu'il ne peut pas calculer le TCO, mais parce que reculer signifie admettre publiquement que cinq ans de posts LinkedIn étaient une erreur. La peur de perdre la face devant son DG et ses pairs est plus forte que la rationalité économique. C'est le sunk cost fonctionnel à son niveau maximal.

HUMAN

◆ LA PROPOSITION — COMMENT PERMETTRE À UN DSI DE RECULER SANS PERDRE LA FACE

La migration vers le bare-metal n'est pas un aveu d'erreur — c'est une évolution de la stratégie. Le contexte a changé (CLOUD Act clarifié, egress fees documentés, risque géopolitique TSMC identifié). La décision de 2019 était correcte avec les informations de 2019. La décision de 2026 est différente parce que les informations sont différentes. C'est de la bonne gestion — pas de la capitulation.

Cette narration n'est pas de la communication — c'est la vérité. Le corpus Opération Dindon documente des mécanismes qui n'étaient pas aussi clairement articulés en 2019. Le DSI qui révise sa position en 2026 à la lumière du corpus ne se trompe pas plus que l'ingénieur qui révise ses calculs quand il dispose de meilleures données.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · ANGLE MORT · LA COMPLEXITÉ ARTIFICIELLE — L'AGENT CHIMIQUE DE LA CAPTIVITÉ

UN ÉCHANTILLON DE PARFUM NE MODIFIE PAS VOTRE BIOLOGIE · UN ÉCHANTILLON DE CLOUD MODIFIE L'ARCHITECTURE DE CE QUE VOUS CONSTRUISEZ

C'est la différence fondamentale entre le cloud et toutes les autres industries de l'échantillon — et c'est ce qui rend la captivité cloud structurellement plus profonde.

◆ LA LIMITE DE LA MÉTAPHORE DE L'ÉCHANTILLON

Dans toutes les industries documentées en Section 1, l'échantillon crée une dépendance fonctionnelle — mais il ne modifie pas la structure du consommateur. Un échantillon de fromage crée un désir de fromage. Il ne transforme pas votre système digestif pour ne pouvoir ingérer que ce fromage précis. Un médicament échantillon crée un besoin de traitement. Il ne reconfigure pas votre biologie pour rendre votre corps incompatible avec d'autres molécules.

L'échantillon cloud fait quelque chose de fondamentalement différent : il modifie la structure même du produit que vous construisez. Quand un développeur construit sur AWS Free Tier avec Lambda + DynamoDB + API Gateway + SQS + Cognito + CloudFront, il ne construit pas une application qui tourne sur AWS. Il construit une application qui **NE PEUT TOURNER QUE SUR AWS**. L'architecture devient biologiquement incompatible avec tout autre environnement.

◆ LA COMPLEXITÉ ARTIFICIELLE COMME MÉCANISME DE CAPTURE

Chaque service managé imbriqué est un atome de captivité supplémentaire. Lambda qui déclenche SQS qui déclenche un autre Lambda qui écrit dans DynamoDB avec un index global secondaire qui est lu par une API Gateway avec un authorizer Cognito — chaque maillon de cette chaîne est un service qui n'existe pas en dehors d'AWS sous cette forme exacte. La chaîne entière est propriétaire. Migrer ce système vers un bare-metal ou vers un autre fournisseur n'est pas une migration — c'est une réécriture totale.

Le Cloud-Washing (MU'ALLAQA IV) fait passer cette complexité pour de la modernité. Les termes « serverless », « event-driven », « fully managed », « cloud-native » sont des labels de modernité apposés sur ce qui est en réalité de la complexité artificielle — une architecture conçue non pas pour résoudre un problème technique mais pour rendre la sortie impossible.

◆ LA QUESTION QUE L'ARCHITECTE DOIT POSER AVANT CHAQUE SERVICE MANAGÉ

« CE COMPOSANT PEUT-IL FONCTIONNER EN DEHORS D'AWS SANS RÉÉCRITURE ? »

Si la réponse est non — c'est de la complexité artificielle, pas de la modernité. La question ne condamne pas l'utilisation du service. Elle exige une décision consciente : je choisis ce service en sachant qu'il me lie à AWS. C'est une décision souveraine. Ce que le Free Tier empêche, c'est que cette décision soit prise consciemment — parce que la gratuité anesthésie le jugement sur les coûts réels, y compris le coût de la captivité architecturale.

Le développeur qui pose cette question à chaque service managé fait ce que le Sac du Professeur de Mathématiques enseigne à l'élève : voir la réalité physique derrière le symbole abstrait. Le service managé est le symbole. La captivité architecturale est la réalité physique.

◆◆◆

Le Bare-Metal est cher dès le premier jour.

C'est son avantage principal.

Il n'a rien à t'offrir gratuitement.

Il n'a pas besoin de te rendre dépendant.

Il t'appartient.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ETUDE STRUCTURELLE · OPERATION DINDON · JUIN 2026

LE FREE TIER APPAT

La Capture du Developpeur avant la Migration

7 Mecanismes · Du Gratuit a la Rançon

◆ LA THESE

Avant les CGV. Avant la novlangue. Avant le CODIR. Il y a le Free Tier. Cette etude documente sept mecanismes du Free Tier Appat : la capture de l'etudiant, le seuil invisible et la facture brutale, le Free Tier dans les marches publics, le credit start-up comme anesthésie financiere, la nasse gravitationnelle de la donnee, l'abandon budgetaire de l'Etat, et la chaine causale complete. Rien n'est gratuit. L'entree est gratuite parce qu'elle cree la dependance. La sortie est payante parce qu'elle en revele le cout.

MECANISMES	PAGES	FORMAT	WATERMARK
7	10	POEME + RATIO	HUMAN + RATIO

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en ecole d'ingenieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Operation Dindon · Juin 2026

HUMAN

MU'ALLAQA IX

Le Free Tier Appat | Style : Zohair

Ce poeme a ete ecrit par Amine RAITI avant cette etude. L etude documente ce que le poeme a nomme.

Maudite soit l'offre ou le don n'est qu'un leurre, . Pour capturer l'esprit a sa toute premiere heure.
AWS nous attire avec ses vils cadeaux, . Cachant sous la gratuite de bien sombres fardeaux.
Google offre l'acces, Microsoft nous convie, . A gouter a ce miel qui gachera notre vie.
C'est une guerre lente au visage d'ami, . Ou l'on livre ses cles a un grand ennemi.
Blamons cette limite qu'on ne voit point venir, . Et qui fait du gratuit un bien triste souvenir.
L'etudiant s'endort sur son code leger, . Mais Azure en secret vient tout interroger.
Un jour, la facture tombe, brutale et sans fard, . Car le seuil est franchi, il est deja trop tard.
On ne dompte plus rien, on subit le tarif, . D'un systeme cruel, de plus en plus punitif.
Blamons cette finance qui seme pour recolter, . Le sang des innocents sans jamais les consulter.
Amazon nous observe et calcule son gain, . Pendant que nous batissons sur son propre terrain.
La gratuite brille pour nous rendre captifs, . De ces Hyperscalers aux desseins abusifs.
C'est une usure vile sur le savoir naissant, . Un impot sur le reve, froid et grandissant.
Zohair se detourne et refuse le don, . Qui de notre defaite est le seul vrai pardon.
Je rejette ces offres et ces vils bienfaiteurs, . Ces marchands de Free Tier et ces vils menteurs.
Le vrai maitre sait bien que rien n'est gratuit, . Dans ce Cloud etranger qui chaque jour nous instruit.
Le Bare-Metal coute, mais il ne trahit pas, . Car il n'attend point l'heure de ton premier faux pas.
Que l'expert se souvienne de l'hamecon dore : . Le cadeau des geants doit etre deplore.
Ne confonds point l'essai avec la liberte, . Ou tu paieras le prix de ta naivete.

HUMAN

Amine RAITI · Operation Dindon · Juin 2026 · CC BY-NC-SA 4.0

CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · LA CAPTURE DE L'ETUDIANT

AWS EDUCATE · GOOGLE FOR EDUCATION · AZURE FOR STUDENTS — L'ACQUISITION A COUT MARGINAL ZERO

L'etudiant s'endort sur son code leger, / Mais Azure en secret vient tout interroger.

◆ LES PROGRAMMES EDUCATIFS DES HYPERSCALERS

AWS Educate donne acces a des credits cloud et des formations aux etudiants et enseignants. Google for Education fournit Google Workspace gratuitement a des millions d'etablissements. Microsoft Azure for Students offre 100$ de credits sans carte bancaire requise. Ces programmes touchent des dizaines de millions d'etudiants dans le monde — y compris les futurs architectes infrastructure, les futurs DSI, les futurs decideurs techniques.

Ce n'est pas de la philanthropie. C'est de l'acquisition client au cout marginal le plus bas possible. Un etudiant qui apprend a coder sur AWS apprend les APIs AWS, les conventions AWS, les services AWS. Ses reflexes, ses snippets de code, ses projets de portfolio, ses certifications — tout est AWS. Quand il entre dans une entreprise cinq ans plus tard et recommande une stack technique, il recommande ce qu'il connait. Ce qu'il connait, c'est ce qu'on lui a donne gratuitement.

◆ L'AMPUTATION SCOLAIRE RENFORCEE PAR LE FREE TIER

L'etude Monsieur, a Quoi Ca Sert a documente que l'ecole cree une rupture entre le symbole et la matiere. Le Free Tier ajoute une couche supplementaire : il donne acces a des abstractions cloud sans que l'etudiant n'ait jamais configure un serveur physique, jamais ouvert une armoire reseau, jamais manipule un systeme de fichiers reel. Le developpeur forme sur Free Tier sait deployer une fonction Lambda. Il ne sait pas ce qui tourne en dessous. Et il n'a jamais eu besoin de le savoir — le Free Tier lui a retire cette necessite.

◆ LE VERS

C'est une usure vile sur le savoir naissant, / Un impot sur le reve, froid et grandissant.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE SEUIL INVISIBLE ET LA FACTURE BRUTALE

CONCU POUR ETRE DEPASSE QUAND L'ATTACHEMENT EST MAXIMAL ET LA SORTIE LA PLUS COUTEUSE

Un jour, la facture tombe, brutale et sans fard, / Car le seuil est franchi, il est deja trop tard.

◆ LES LIMITES EXACTES DES FREE TIERS AWS · GCP · AZURE

AWS Free Tier : 750h EC2 t2.micro/mois pendant 12 mois · 5 Go S3 · 1 million requetes Lambda/mois · 25 Go DynamoDB. Documentes — mais sans alerte en temps reel dans le flux de travail du developpeur. Aucun bandeau rouge dans la console AWS quand on approche du seuil.

GCP Free Tier : 1 instance e2-micro/mois · 5 Go Cloud Storage · 2 millions de requetes Cloud Functions. Meme principe : limites invisibles dans le flux de travail.

Azure Free Tier : 750h de machines virtuelles B1S pendant 12 mois · 5 Go Blob Storage · 1 million de requetes Functions.

◆ LE MECANISME DU BILL SHOCK — CE N'EST PAS UN ACCIDENT

Le projet grandit. Les utilisateurs arrivent. Le trafic monte. Le developpeur code — il ne surveille pas sa facture. Puis : premiere facture. Brutale. A ce stade, migrer coute plus cher que payer. Le code est dans DynamoDB. L'infra est en CloudFormation. Les developpeurs savent AWS — pas autre chose.

Le Free Tier est concu pour que le seuil soit franchi exactement quand l'attachement est maximal et quand la sortie est la plus difficile. Ce n'est pas un accident de conception. C'est la conception.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE FREE TIER DANS LES MARCHES PUBLICS

LA COLLECTIVITE QUI TESTE GRATUITEMENT ET PAIE INDEFINIMENT AVEC L'ARGENT DES CONTRIBUABLES

Amazon nous observe et calcule son gain, / Pendant que nous batissons sur son propre terrain.

◆ LE SCENARIO TYPE DANS L'ADMINISTRATION PUBLIQUE

Une direction des systemes d'information d'une collectivite locale veut moderniser un service public. Budget contraint. Un prestataire propose : "testons sur le cloud — c'est gratuit pour commencer." Le projet demarre sur le Free Tier d'AWS ou Google. Six mois plus tard : seuil depasse. La collectivite est cliente payante d'un hyperscaler americain pour un service public finance par l'impot local. Sans appel d'offres — le projet avait commence gratuitement et n'atteignait pas les seuils des marches publics. Le prestataire est parti. Les competences internes pour migrer n'existent pas.

◆ LE PARADOXE FINANCE WASHING x FREE TIER

Le Free Tier public est la jonction de deux mecanismes documentes separement. D'un cote, le Finance Washing (MU'ALLAQA IV) : l'argent public finance les hyperscalers via les marches publics. De l'autre, le Free Tier Appat : le projet commence gratuitement, le seuil est franchi quand l'attachement est maximal. Dans le prive, le decideur engage son entreprise. Dans le public, il engage l'argent des contribuables — souvent sans procedures formelles parce que le projet avait commence gratuitement. Le contribuable paie deux fois : une fois pour le service public, une fois pour la sortie qu'il ne sait pas financer.

◆ LE VERS

Blamons cette finance qui seme pour recolter, / Le sang des innocents sans jamais les consulter.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · ANGLE MORT · LE CREDIT START-UP — LA BOURSE DE L'ANESTHESIE FINANCIERE

AWS ACTIVATE · GOOGLE FOR STARTUPS · MICROSOFT FOR STARTUPS — DU CAPITAL-RISQUE DEGUISE

La gratuite brille pour nous rendre captifs, / De ces Hyperscalers aux desseins abusifs.

◆ LE MECANISME DES CREDITS START-UP

Au-dela du Free Tier grand public, les hyperscalers distribuent des enveloppes massives de credits cloud aux start-ups en phase d'amorcage : AWS Activate jusqu'a 100 000$ · Google for Startups jusqu'a 200 000$ · Microsoft for Startups jusqu'a 150 000$. Ces credits sont distribues via les accelerateurs, les incubateurs, et les fonds de capital-risque partenaires.

Ce n'est pas du Free Tier. C'est du capital-risque deguise. L'effet est radicalement different : une start-up avec 100 000$ de credits cloud ne construit pas frugalement — elle construit comme une firme du CAC40. Microservices, PaaS proprietaire (Kubernetes manage, bases de donnees as a service, IA managee), architectures distribuees complexes. Puisqu'elle ne paie pas, elle n'optimise pas. Elle accumule de la dette technique cloud sans le savoir.

◆ LA CRISE DE TCO — UN TERME NOUVEAU POUR LE CORPUS

Quand les credits s'epuisent — generalement entre 12 et 18 mois — la start-up decouvre son vrai cout d'infrastructure. La "crise de TCO" est le moment ou la structure de cout reelle s'impose brutalement : une architecture construite pour du capital gratuit ne peut pas etre payee avec les revenus reels d'une start-up en phase de croissance. Deux issues : lever des fonds supplementaires pour payer l'infrastructure (et entrer dans une dependance financiere supplementaire vis-a-vis des VC) ou migrer dans l'urgence — ce qui prend des mois et risque de tout casser.

Les fonds VC poussent a consommer les credits rapidement pour accelerer le "Time to Market". Ils ont signe des partenariats avec les hyperscalers — chaque start-up de leur portefeuille qui consomme des credits est une nouvelle acquisition pour AWS. Le VC, la start-up, et l'hyperscaler sont dans un triangle dont les deux premiers financent le troisieme sans le savoir.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · ANGLE MORT · LA NASSE GRAVITATIONNELLE — INGRESS FREE · EGRESS PAYANT

L'ENTREE EST GRATUITE PARCE QU'ELLE CREE LA DEPENDANCE · LA SORTIE EST PAYANTE PARCE QU'ELLE EN REVELE LE COUT

On ne dompte plus rien, on subit le tarif, / D'un systeme cruel, de plus en plus punitif.

◆ LE FREE TIER PERMANENT SUR L'ENTREE DES DONNEES

Les hyperscalers proposent le transfert de donnees vers leur cloud (Ingress) de maniere totalement gratuite — et de maniere permanente, pas limitee a 12 mois. Faire entrer 100 To de donnees dans AWS S3 : gratuit. Faire entrer 1 Po dans GCP Cloud Storage : gratuit. C'est un Free Tier sans fin sur l'entree des donnees.

L'illusion de la gratuite fonctionne. L'organisation migre ses donnees sans friction financiere. La decision semble rationnelle — pas de cout immediat, pas de risque visible. La donnee entre. La donnee s'accumule. Les metadonnees se creent. Les index se construisent. Les applications se connectent. La dependance s'installe silencieusement.

◆ LES EGRESS FEES — LA RANÇON DE SORTIE

Quand l'organisation veut sortir ou rapatrier ses donnees vers son fer physique, les tarifs s'inversent brutalement :

AWS : 0,09$ par Go pour les premiers 10 To sortants par mois (vers internet) · tarifs regionaux variables · gratuit vers d'autres services AWS (ce qui cree une dependance supplementaire entre services).

GCP : 0,08$ par Go pour les egress vers internet · gratuit en interne.

AZURE : 0,087$ par Go pour les 10 premiers To sortants.

Sur 100 To de donnees : entre 8 000$ et 9 000$ de frais d'egress. Sur 1 Po : entre 80 000$ et 90 000$. Ce n'est pas un frais de service — c'est une rançon de sortie. Elle a ete documentee dans CGV sous Microscope comme mecanisme de retention contractuelle. Elle est aussi un Free Tier inverse : l'entree gratuite finance la sortie payante.

◆ LA FORMULE

L'entree est gratuite parce qu'elle cree la dependance. La sortie est payante parce qu'elle en revele le cout. La nasse gravitationnelle de la donnee est le Free Tier le plus durable — il ne dure pas 12 mois, il dure aussi longtemps que la donnee reste dans le cloud.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · ANGLE MORT · L'ABANDON BUDGETAIRE DE L'ETAT — POURQUOI LE PROFESSEUR N'A PAS LE CHOIX

AWS EDUCATE N'EXISTE PAS PARCE QU'AMAZON EST PHILANTHROPE · IL EXISTE PARCE QUE L'ETAT A ABANDONNE L'INFRASTRUCTURE PEDAGOGIQUE

Blamons cette limite qu'on ne voit point venir, / Et qui fait du gratuit un bien triste souvenir.

◆ LE CHOIX BINAIRE DU PROFESSEUR D'INFORMATIQUE

Un professeur d'informatique dans une universite publique française veut faire manipuler de vraies charges de travail a ses etudiants — des serveurs, des reseaux, des bases de donnees, des deploiements. Il a deux options.

Option A : utiliser les consoles gratuites fournies par AWS, Google ou Microsoft. Les etudiants manipulent des outils modernes, reels, dans des environnements fonctionnels. Le cours est credible. Les etudiants apprennent — les APIs du fournisseur, mais ils apprennent quelque chose.

Option B : ne pas utiliser les consoles proprietaires. Dans ce cas, les etudiants ne manipulent aucun outil moderne. L'universite n'a pas de budget pour des serveurs de TP, pas de salle dediee a l'experimentation physique, pas de cluster disponible pour les projets etudiants.

Le professeur n'a pas le choix entre AWS et une alternative souveraine. Il a le choix entre AWS et rien. Ce n'est pas de la negligence — c'est de la contrainte budgetaire institutionnelle.

◆ LE VIDE QUE LES HYPERSCALERS ONT IDENTIFIE ET COMBLE

AWS Educate n'existe pas par philanthropie. Il existe parce qu'Amazon a identifie que les universites n'avaient pas de budget serveur — et que ce vide etait une opportunite d'acquisition de futurs clients captifs. L'Etat a progressivement supprime les budgets d'infrastructure pedagogique physique. Les salles de TP informatique avec des serveurs reels ont disparu. Les clusters de calcul pour les projets etudiants sont rares. Le vide existe. Les hyperscalers l'ont comble avec du Free Tier.

Ce n'est pas une coïncidence. C'est une strategie. La solution documentee dans Le Sac du Professeur de Mathematiques (parabole, vis, bille dans le plat parabolique) s'applique ici aussi : il ne faut pas une reforme des programmes, il faut un serveur physique dans chaque universite. Pas une console AWS — un serveur que l'etudiant peut toucher, configurer, et casser sans facturation supplementaire.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA CHAINE CAUSALE COMPLETE — TROIS PORTES D'ENTREE · UNE SEULE SORTIE

DU PREMIER AWS CONFIGURE A L'ULTIMATUM DU 8 SEPTEMBRE 2026

TROIS PORTES D'ENTREE

1. Free Tier Etudiant

Etudiant → APIs proprietaires → Pas de fondamentaux → Reflexes AWS → Recommande AWS dans l'entreprise

2. Credit Start-up

Start-up → 100k$ credits → Architecture complexe → Credits epuises → Crise de TCO → Captive ou morte

3. Ingress Gratuit

Donnees entrent gratuitement → Accumulation → Dependance applicative → Egress payant → Rançon de sortie

LA CONTRE-CHAINE — BARE-METAL DES LE PREMIER JOUR

Un serveur physique dans chaque universite
↓ Etudiant configure, casse, recommence
↓ Fondamentaux acquis (Linux, reseau, stockage)
↓ Pas de Free Tier — pas de seuil — pas de bill shock
↓ Competences neutres exportables
↓ Start-up dimensionne selon ses revenues reels
↓ Donnees sur fer propre — egress = zero
↓ Collectivite maitrise son infrastructure
↓ **Ultimatum possible · Corpus Dindon comme documentation**

◆ CE QUE LES SEPT MECANISMES ONT EN COMMUN

Free Tier etudiant · Seuil invisible · Marches publics · Credit start-up · Nasse gravitationnelle · Abandon budgetaire · Chaine causale — sept mecanismes, une seule logique : rendre le cloud gratuit ou quasi-gratuit au moment ou la dependance s'installe, et payant ou tres cher au moment ou la sortie est envisagee. Le Free Tier n'est pas une offre commerciale. C'est une architecture de capture.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLOTURE · LE FREE TIER EST UNE ARCHITECTURE DE CAPTURE

Le Free Tier ne cesse jamais vraiment. Il evolue. Il grandit. Il change de forme. Le Free Tier etudiant devient le Credit Start-up. Le Credit Start-up devient l'Ingress gratuit. L'Ingress gratuit devient l'Egress payant. La gratuite initiale devient la dependance permanente.

Et pendant ce temps, l'Etat n'a pas de budget pour un serveur dans chaque universite. Le professeur ouvre la console AWS faute de mieux. L'etudiant apprend les APIs du fournisseur. La start-up construit sur du capital gratuit. La collectivite signe sans appel d'offres. Et cinq ans plus tard, le DSI signe les CGV §14.12.

La chaine est complete. Elle a commence par un clic sur "Start your free trial."

Le Bare-Metal coute, mais il ne trahit pas,
Car il n'attend point l'heure de ton premier faux pas.

Amine RAITI · MU'ALLAQA IX · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE SARCASTIQUE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA VM À 3 000€
ET LE SRE À 2 800€

Quand la Machine Gagne Plus que l'Ingénieur qui la Fait Fonctionner

Une Étude de Comptabilité Créative

◆ LES DEUX CHIFFRES QUI RÉSUMENT TOUT

Une instance GCP n2-highmem-32 (32 vCPU, 256 Go RAM) coûte environ 3 000€ par mois en on-demand. Le SRE qui la gère coûte environ 2 800€ par mois net. La machine gagne plus que l'ingénieur. L'organisation dépense plus pour louer une machine qu'elle ne possédera jamais que pour payer l'humain qui la fait fonctionner 24h/24. Et quand le budget est serré, devinez lequel des deux part en premier.

HUMAN

VM / MOIS	SRE / MOIS NET	WATERMARK
3 000€	**2 800€**	**HUMAN**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE CALCUL QUE PERSONNE NE FAIT EN CODIR

5 ANS DE VM = 180 000€ · 5 ANS DE BARE-METAL = 24 000€ · RATIO : 7,5×

Le CODIR regarde la ligne "infrastructure cloud" et voit de la modernité, de la flexibilité, du OpEx propre. Il ne voit pas 180 000€ sur 5 ans pour une machine qu'il ne possédera jamais. Si le CFO voyait le même chiffre avec "loyer d'appartement" à côté, il demanderait immédiatement s'il est possible d'acheter.

POSTE	VM GCP ON-DEMAND	BARE-METAL NEUF	REFURBISHED GRADE A
Coût d'acquisition	0€ (mais vous n'avez rien)	15 000€ (vous êtes propriétaire)	5 000€ (vous êtes propriétaire)
Coût mensuel	3 000€/mois · à jamais	250€/mois (amortissement) + 150€ opex = 400€	140€/mois (amortissement) + 130€ opex = 270€
Coût sur 5 ans	**180 000€**	**24 000€**	**16 200€**
Valeur résiduelle à 5 ans	0€ — vous n'avez rien	2 000-5 000€ (revente ou spare)	500-1 500€ (revente)
Ratio vs VM	**1× (référence)**	**7,5× moins cher**	**11× moins cher**

◆ CE QUE LE TABLEAU NE MONTRE PAS ENCORE

Les 3 000€/mois de la VM GCP ne incluent pas les egress fees quand vous essayez de récupérer vos données, les frais de réseau inter-services, les frais de snapshot, les frais de load balancer, les frais de monitoring, les frais de support Premium si vous voulez parler à un humain. Le ratio réel entre la VM GCP tout compris et le bare-metal est souvent 10× à 15×. Et dans 5 ans, si GCP décide d'augmenter ses tarifs "at any time" (Section 2.6 des CGV), le compteur repart à la hausse. Vous n'avez rien à renégocier — vous n'avez rien.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA MACHINE QUI GAGNE PLUS QUE L'INGÉNIEUR

3 000€/MOIS LA VM · 2 800€/MOIS LE SRE · ET C'EST LE SRE QUI EST "UN COÛT"

Dans la comptabilité de l'organisation, la VM à 3 000€/mois apparaît comme un "coût d'infrastructure" — moderne, justifiable, dans le bon tableau Excel sous la bonne ligne budgétaire. Le SRE à 2 800€/mois net (environ 4 200€ brut charges comprises) apparaît comme une "charge de personnel" — compressible, substituable, et en première ligne lors du prochain plan d'optimisation des coûts.

◆ CE QUE LA VM FAIT — ET NE FAIT PAS

Ce que la VM fait : elle tourne. Elle consomme. Elle envoie une facture le 1er du mois. Elle ne prend pas de congés. Elle ne demande pas d'augmentation. Elle ne tombe pas malade. Elle ne résout pas les incidents.

Ce que la VM ne fait pas : elle ne se configure pas seule. Elle ne détecte pas l'anomalie à 3h du matin avant qu'elle devienne un incident. Elle ne comprend pas pourquoi le service de paiement est lent depuis 20 minutes. Elle ne rédige pas le post-mortem. Elle ne forme pas le junior. Elle ne lit pas les CGV avant de signer. Elle ne dit pas au DSI que l'architecture est en train de dériver vers un lock-in irréversible.

Ce que le SRE fait : tout ce que la VM ne fait pas — plus la VM elle-même.

◆ LE PLAN D'OPTIMISATION DES COÛTS — LE SCÉNARIO CLASSIQUE

Trimestre 3. La direction décide d'optimiser les coûts. Deux lignes sont sur la table :

Ligne A : "Infrastructure Cloud — 47 instances GCP — 142 000€/mois." → Le DSI dit : "On ne peut pas toucher ça, c'est toute notre infrastructure."

Ligne B : "Équipe SRE — 4 personnes — 16 800€/mois brut charges comprises." → Le DRH dit : "On pourrait réduire à 3 personnes et externaliser le reste."

La VM à 3 000€/mois est intouchable. Le SRE à 2 800€ net est optimisable. La machine est protégée par sa complexité. L'humain est exposé par sa visibilité.

◆ LA FORMULE SARCASTIQUE

L'organisation loue une machine 3 000€/mois qu'elle ne possédera jamais, sous juridiction californienne, avec des commits non résiliables. Elle paie l'humain qui la fait fonctionner 200€ de moins par mois. Et quand vient le moment de choisir entre les deux, elle garde la machine. C'est de la comptabilité créative. La machine est dans le budget infrastructure — protégée. L'humain est dans le budget RH — exposé. Même si supprimer l'humain coûtera dix fois plus cher en incidents non résolus, en formation de son remplaçant, et en dette technique accumulée.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE LOYER ÉTERNEL — LA DÉPRÉCIATION INVERSÉE

UN ACTIF QUI S'APPRÉCIE POUR LE FOURNISSEUR · UN FLUX QUI NE S'ARRÊTE JAMAIS POUR VOUS

Un actif normal se déprécie dans le temps. Une voiture achetée 20 000€ vaut 8 000€ cinq ans plus tard. Un serveur acheté 15 000€ vaut 3 000€ cinq ans plus tard. La valeur diminue — c'est la nature des actifs physiques. La VM hyperscaler, elle, n'a pas de valeur résiduelle parce qu'elle n'est pas un actif — c'est un service. Et un service ne se déprécie pas. Il s'apprécie — parce que le fournisseur peut réviser ses tarifs "at any time".

◆ L'IMMOBILIER VS LE CLOUD — L'ANALOGIE QUI FAIT MAL

Imaginez un propriétaire qui vous dit : "Je vous loue cet appartement 3 000€/mois. Vous ne pourrez jamais l'acheter. Je peux réviser le loyer quand je veux, avec un préavis qui n'est pas garanti. Si vous voulez déménager, vous payez des frais de transfert pour chaque meuble que vous emportez. Le contrat est soumis au droit californien. Et si la justice américaine veut visiter sans vous prévenir — la loi me l'interdit parfois, mais pas toujours."

Aucun CFO au monde n'accepterait ces conditions pour un appartement. Tous les CFO du monde les acceptent pour une infrastructure cloud. Parce qu'on appelle ça "OpEx" et "flexibilité" au lieu d'appeler ça ce que c'est : un loyer éternel avec des conditions contractuelles défavorables.

◆ LA DÉPRÉCIATION INVERSÉE

Le serveur bare-metal se déprécie. C'est un avantage comptable — l'amortissement réduit la base imposable. Et après 5 ans d'amortissement, il est dans vos livres à 0€ mais il fonctionne encore. Vous pouvez le garder 2 ans de plus — pour un coût d'opex de 150€/mois. Ces 2 années supplémentaires au lieu des 2 années à 3 000€/mois de VM représentent 70 800€ d'économie.

La VM GCP ne se déprécie pas — elle reste à 3 000€/mois à jamais. Elle ne vous offre pas de "7e année gratuite". Elle ne reconnaît pas votre fidélité. Elle envoie sa facture le 1er du mois, imperturbablement, pour toujours.

◆ LE REFURBISHED GRADE A — L'ARGUMENT FINAL

Un serveur Dell PowerEdge R750 Refurbished Grade A — mêmes specs, 3 ans de moins, testé et certifié — coûte 4 000 à 6 000€. Amorti sur 3 ans : 140 à 170€/mois. Avec opex (électricité, réseau, colocation) : environ 270€/mois. Sur 3 ans : 9 720€.

La VM GCP sur la même période : 108 000€.

Ratio : 11×. Pour ce prix, vous pourriez embaucher un SRE senior à temps plein pour gérer votre infrastructure Refurbished — et il vous resterait encore 87 000€ de budget annuel pour autre chose.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · CE QUE LE CODIR NE VOIT PAS

LA VM EST DANS LE BUDGET INFRA · LE SRE EST DANS LE BUDGET RH · LES DEUX FONT LA MÊME CHOSE

◆ LA COMPTABILITÉ CRÉATIVE DU CLOUD

Le cloud a réussi un tour de passe-passe comptable remarquable : il a transformé une dépense CapEx (achat de serveurs) en dépense OpEx (abonnement mensuel). Les directions financières adorent l'OpEx — il lisse les dépenses, simplifie la comptabilité, évite les immobilisations au bilan. Ce que les directions financières n'ont pas vu, c'est que le cloud est l'OpEx le plus cher de l'histoire de l'informatique.

Un serveur acheté en CapEx apparaît au bilan comme un actif, puis se déprécie — réduisant la base imposable chaque année. Une VM en OpEx est simplement une dépense — sans contrepartie d'actif, sans dépréciation, sans valeur résiduelle. C'est l'OpEx qui enrichit le fournisseur et appauvrit le client, sans que le client n'accumule jamais rien.

◆ LE COÛT TOTAL DE POSSESSION — LA VRAIE COMPARAISON

Quand une organisation compare "cloud vs on-premise", elle compare souvent le coût visible du cloud (la facture mensuelle) au coût total de l'on-premise (achat + personnel + maintenance + datacenter). Elle oublie que le cloud a aussi un coût de personnel — les DevOps certifiés AWS coûtent plus cher que les administrateurs systèmes classiques. Elle oublie les egress fees, le support Premium, les frais de consulting pour migrer. Et elle compare toujours un cloud déjà opérationnel à un on-premise hypothétique à construire — jamais à un on-premise déjà construit.

◆ LA QUESTION QUE LE CODIR DEVRAIT POSER

"Si je prenais les 3 000€/mois que je paie pour cette VM GCP et que je les investissais dans un serveur bare-metal, que se passerait-il ?"

Mois 1 à 5 : achat du serveur (15 000€ — 5 versements de 3 000€). Même budget mensuel.

Mois 6 : le serveur est payé. Le coût mensuel tombe à 150€. Économie mensuelle : 2 850€.

Sur 5 ans : économie totale de 156 000€. Avec cet argent, vous pouvez recruter un SRE senior supplémentaire, acheter deux serveurs Refurbished de backup, financer trois ans de formation pour votre équipe, et il vous reste encore assez pour offrir le café.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA PROPOSITION — LE REFURBISHED + LE SRE SENIOR

L'INFRASTRUCTURE SOUVERAINE POUR LE PRIX D'UNE VM ET DEMIE

◆ CE QU'ON PEUT AVOIR POUR 3 000€/MOIS — LA VRAIE COMPARAISON

Pour 3 000€/mois chez GCP : une VM n2-highmem-32. Vous ne la possédez pas. Elle tourne sous juridiction californienne. Quand vous voulez partir, vous payez des egress fees. Dans 5 ans vous aurez dépensé 180 000€ et vous n'aurez rien.

Pour 3 000€/mois sur 5 mois + 150€/mois ensuite : un serveur bare-metal Dell PowerEdge R750 que vous possédez, sous votre juridiction, dans votre colocation ou chez votre infogéreur souverain. Après 5 mois, votre coût mensuel est 150€. Dans 5 ans vous aurez dépensé 24 000€ et vous avez un actif.

Pour 5 000€/mois (VM + 2 000€ supplémentaires) : le serveur Refurbished Grade A + un SRE senior à temps plein qui le gère, le documente, forme votre équipe et dort mieux la nuit. Dans 5 ans vous avez une infrastructure souveraine, une équipe compétente, et un SRE qui connaît votre infrastructure de l'intérieur.

◆ LE SRE REFURBISHED — L'ANALOGIE QUI DÉRANGE

Si on appliquait la logique Refurbished Grade A aux recrutements : recruter un SRE avec 10 ans d'expérience (Refurbished, ayant déjà résolu des centaines d'incidents en production) plutôt qu'un junior certifié AWS (neuf, brillant mais sans vécu). Le SRE senior coûte 3 500€ net au lieu de 2 800€. Delta : 700€/mois.

Ce que le SRE senior apporte en plus : il évite en moyenne 2 à 3 incidents par an qui auraient coûté chacun 4 à 8 heures de downtime × impact métier. Il optimise l'infrastructure pour réduire les coûts. Il documente ce qu'il fait. Il forme les juniors. Il dort mieux la nuit — et vous aussi.

ROI du delta de 700€/mois : incalculable. Mais certainement positif.

◆◆◆

La VM à 3 000€ ne résout pas l'incident à 3h du matin.
Le SRE à 2 800€ net, lui, le fait.
Et pourtant c'est la VM qui est dans le budget protégé.
La prochaine fois que votre DSI dit "on ne peut pas toucher à l'infrastructure cloud",
demandez-lui combien coûte le SRE qui empêche cette infrastructure de tomber.
Puis regardez-le calculer.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LEXIQUE DU CLOUD CORPORATE

CE QU'ILS DISENT · CE QU'ILS VEULENT DIRE

ILS DISENT	ILS VEULENT DIRE
"OpEx vs CapEx — la flexibilité"	Loyer éternel sans option d'achat, révisable "at any time" (GCP §2.6). Ce que le CFO n'accepterait pas pour son siège social, il l'accepte pour ses serveurs.
"Cloud-native"	Incompatible avec tout ce qui n'est pas ce cloud. "Cloud-native AWS" est le mot poli pour "lock-in AWS". On appelle ça une compétence. Le corpus appelle ça une dépendance.
"Scalabilité à l'infini"	Vous payez à l'infini. La scalabilité est réelle. La facture aussi. Et quand vous scalez à la baisse, les commits noncancellable vous bloquent.
"Résilience multi-AZ"	Vous payez deux fois pour quelque chose que personne ne teste vraiment. Voir us-east-1, décembre 2021. Voir aussi : le plan de contrôle centralisé qui orchestre le failover était lui-même affecté.
"Notre journey cloud"	Migration vers la dépendance, présentée en CODIR avec des slides bleus et des flèches montantes. Durée : infinie. Budget : croissant. Retour sur investissement : non mesuré.
"Innovation continue"	Nouveaux services propriétaires qui créent de nouvelles dépendances. Chaque "innovation" est un nouveau dialecte que votre code devra parler. Quand AWS déprécie — vous migrez, à vos frais.
"Serverless"	Server-elsewhere-and-metered-to-the-nanosecond. Les serveurs existent. Ils appartiennent à quelqu'un d'autre. Vous ne les voyez plus — vous ne pouviez déjà pas les voir depuis us-east-1.
"Zero-ops"	Zéro compétences internes, dépendance totale. Stade terminal de l'amputation documentée dans le corpus. Quand il faudra sortir, il n'y aura plus personne pour conduire la migration.
"Best of breed"	Le meilleur de leur catalogue, parmi leurs services. Quand tous les "meilleurs outils" sont AWS/GCP/Azure, "best of breed" signifie "maximum de lock-in".
"Nous sommes désolés d'apprendre que vous rencontrez des difficultés"	Votre ticket est en file d'attente. Un bot vous a répondu. Un humain lira dans 48h — ou dans 8h si vous payez le plan Enterprise à 50 000€/an. Votre infogéreur, lui, décroche le téléphone.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LE CODIR FICTIF — TRADUCTION SIMULTANÉE

CE QUE LE DSI DIT · CE QUE ÇA VEUT DIRE · CE QUE LE CFO DEVRAIT ENTENDRE

Scène : salle de réunion. Mardi 14h. Présentation de la roadmap infrastructure. Le DSI a des slides. Les chiffres ont été arrondis.

LE DSI DIT	TRADUCTION
"Notre journey cloud nous a permis d'atteindre une agilité sans précédent grâce à une architecture cloud-native multi-AZ hautement disponible."	On a migré vers AWS il y a 3 ans, on paie 142 000€/mois, le code parle DynamoDB, et le test de failover multi-AZ n'a pas été fait depuis 14 mois.
"Nous avons optimisé nos coûts OpEx grâce à une stratégie de Reserved Instances ciblée sur nos workloads critiques."	On a signé des commits noncancellable sur 3 ans. Si on veut partir, on paie quand même. On appelle ça une "optimisation" parce que c'est 20% moins cher que l'on-demand — mais toujours 7,5× plus cher que le bare-metal.
"Notre PCA multi-region garantit une résilience de niveau enterprise avec un RTO de 15 minutes documenté."	Le PCA est documenté. Il n'a pas été testé en production depuis 8 mois. Le Terraform de la région secondaire diverge. Le certificat SSL du load balancer secondaire expire dans 3 semaines. RTO réel estimé : 4 heures.
"Nous avons une équipe de 4 SRE hautement qualifiés qui assurent la disponibilité de notre infrastructure serverless."	4 SRE à 2 800€ net/mois gèrent une infrastructure qui coûte 142 000€/mois. La machine coûte plus que l'équipe qui la fait fonctionner. Et dans le plan d'optimisation Q3, c'est l'équipe qui est "optimisable".
"Notre partenariat stratégique avec AWS nous positionne idéalement pour accélérer notre transformation digitale."	On a signé un Enterprise Agreement. On a un "AWS Account Manager" qui nous appelle tous les mois pour nous proposer de nouveaux services. On appelle ça un partenariat. AWS appelle ça un client captif. Les CGV appellent ça Section 14.12 — juridiction californienne.

Le CFO a écouté. Il a hoché la tête. Il n'a pas fait le calcul.
Le corpus Opération Dindon l'a fait à sa place.

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · JUIN 2026

L'ÉCONOMIE DU SILENCE

L'Uptime comme Seule Métrique

De l'incendie permanent à l'infrastructure qui travaille seule

RATIO

◆ AVANT-PROPOS — UNE DEMANDE DE LECTURE

Ce document avance une thèse simple et provocante en apparence : le meilleur SRE est souvent celui qui paraît ne rien faire, parce que son infrastructure travaille pour lui plutôt que l'inverse. Ce n'est pas un éloge de la paresse. C'est une thèse sur la métrique : la valeur d'un SRE ne se mesure pas en heures visiblement occupées, mais en disponibilité réelle du service qu'il a construit. Le lecteur est invité à juger cette thèse sur sa cohérence interne, pas sur la réaction qu'elle peut susciter au premier abord.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

Opération Dindon

SOMMAIRE

SOMMAIRE

◆ Section 1 · L'uptime comme métrique de valeur, pas le temps visible
◆ Section 2 · L'absence de panique comme preuve de compétence
◆ Section 3 · La récupération cognitive comme condition de la performance
◆ Section 4 · Le CRA, de la mauvaise métrique au climat de concurrence
◆ Section 5 · Conclusion — Ce que le SRE doit réellement à l'organisation

◆ **MÉTHODE DE LECTURE**

Comme le reste de ce corpus, ce document distingue systématiquement la cause structurelle du symptôme visible, et s'appuie sur des concepts documentés dans la littérature professionnelle SRE plutôt que sur l'anecdote personnelle. L'humour employé en section 3 ne retire rien à la rigueur de l'argument : il sert à nommer une pratique réelle et largement partagée plutôt qu'à la dissimuler derrière un vocabulaire managérial aseptisé.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · LA MÉTRIQUE DE VALEUR

L'UPTIME COMME MÉTRIQUE DE VALEUR, PAS LE TEMPS VISIBLE

Un sysadmin qui semble constamment occupé, qui éteint des incidents en boucle, qui répond à des alertes à toute heure, donne une impression de dévouement et de charge de travail élevée. Cette impression est trompeuse. Un système bien conçu ne produit pas d'incidents en série : il anticipe les défaillances avant qu'elles ne deviennent visibles. L'activité visible n'est donc pas la preuve d'un bon travail. Elle est, le plus souvent, le symptôme d'un défaut d'anticipation antérieur.

> **◆ LA DISTINCTION CAUSE / SYMPTÔME**
>
> Il faut être précis sur ce point pour ne blesser personne : aucun professionnel n'est responsable, à lui seul et dans l'instant, de toute la dette technique qu'il combat. Le SRE qui passe ses journées à éteindre des incendies hérite souvent d'une infrastructure construite avant lui, sous contrainte de délai, sans budget d'ingénierie suffisant. Le constat n'est donc jamais une critique de la personne en poste. C'est un constat structurel : quand l'activité visible est permanente, quelque chose en amont — architecture, budget, priorisation — n'a pas reçu l'attention nécessaire au bon moment.

Le Site Reliability Engineering, tel que documenté par les équipes qui ont formalisé la discipline chez Google, nomme précisément ce phénomène sous le terme de "toil" : le travail opérationnel manuel, répétitif, qui croît proportionnellement à l'échelle du système et qui n'apporte aucune valeur durable une fois exécuté. La discipline SRE fixe une limite explicite à ce travail — il ne doit pas dépasser une part raisonnable du temps total, le reste devant être consacré à l'ingénierie qui réduit ce travail répétitif dans le futur.

> **◆ NASSIHA — CE QUE CETTE THÈSE NE DIT PAS**
>
> Cette thèse ne dit pas que combattre des incidents est un signe d'incompétence personnelle. Elle dit qu'un système qui produit des incidents en continu signale un déficit d'investissement structurel dans la prévention, et que mesurer la valeur d'un SRE par son niveau d'occupation visible récompense, par accident, le symptôme plutôt que la cause.

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · L'ABSENCE DE PANIQUE

L'ABSENCE DE PANIQUE COMME PREUVE DE COMPÉTENCE

Il est minuit, un vendredi de Black Friday. Le trafic e-commerce d'une entreprise a été multiplié par huit en quelques heures. Dans la salle de crise virtuelle, une partie de l'équipe technique enchaîne les redémarrages manuels, surveille des dashboards qui clignotent en rouge, et négocie en direct avec le support du fournisseur cloud pour obtenir plus de capacité. Le SRE responsable de l'infrastructure de paiement, lui, n'est pas dans cette salle. Il dort.

Il ne dort pas par négligence. Il dort parce que les six mois précédents ont été consacrés à exactement ce moment : des tests de charge simulant un trafic dix fois supérieur à la normale, des exercices de bascule automatique répétés en pré-production, une politique d'auto-scaling validée sur des scénarios réels plutôt que sur des hypothèses théoriques. Le pic de charge du Black Friday n'est pas un événement imprévu pour son système — c'est un scénario déjà rejoué plusieurs fois, dans des conditions plus dures que la réalité.

◆ LE TRAVAIL INVISIBLE QUI PRÉCÈDE LE SILENCE

Le silence du SRE pendant l'événement n'est pas l'absence de travail. C'est la conclusion visible d'un travail invisible accompli des mois plus tôt — capacity planning, ingénierie du chaos, automatisation des bascules. La différence entre l'équipe qui panique et le SRE qui dort n'est pas une différence de compétence individuelle dans l'instant. C'est une différence de moment où l'effort a été investi : avant l'incident plutôt que pendant.

Ce scénario, volontairement composé pour illustrer le principe plutôt que pour relater un cas réel précis, reflète une pratique documentée et largement enseignée dans l'ingénierie de fiabilité : les exercices de panne réguliers, menés en amont et hors période de criticité, remplacent la gestion de crise improvisée par une exécution déjà répétée. Le silence en production n'est pas un mystère. C'est le résultat mesurable d'un travail correctement séquencé dans le temps.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA RÉCUPÉRATION COGNITIVE

LA RÉCUPÉRATION COGNITIVE COMME CONDITION DE LA PERFORMANCE

Disons tout haut ce que beaucoup pratiquent tout bas depuis la généralisation du télétravail. La réunion vidéo où l'on porte une chemise et parfois une cravate au-dessus de la ceinture, et un simple slip ou un short en dessous du cadre de la caméra, est devenue une scène universelle du travail à distance — drôle parce qu'elle est vraie, et vraie pour une raison qui dépasse la simple commodité.

◆ CE QUE CETTE SCÈNE RÉVÈLE

Cette scène n'est pas un relâchement de la discipline professionnelle. C'est l'expression d'un besoin réel : le corps et l'esprit ont besoin de moments de détachement pour rester performants sur la durée. On ne résout pas un incident complexe ni on n'écrit du code fiable sous une pression mentale continue. La micro-récupération — une sieste courte, une pause sans écran, un moment de déconnexion — n'est pas du temps volé à l'employeur. C'est la condition physiologique du temps de travail utile qui suit.

Les sciences du sommeil et de la cognition documentent ce mécanisme depuis des décennies : une sieste courte améliore la vigilance, la mémoire de travail et la capacité de résolution de problèmes dans les heures qui suivent, à l'inverse d'un maintien forcé de l'attention qui dégrade progressivement la qualité du jugement. Un SRE qui s'accorde vingt minutes de sommeil l'après-midi, ou une coupure nette entre deux tâches, ne travaille pas moins sur la journée. Il évite le mode de fonctionnement dégradé qui produit les erreurs de configuration, les décisions hâtives en astreinte, et finalement de nouveaux incidents.

◆ NASSIHA — LA LIMITE DE CETTE PERMISSION

Cette section ne plaide pas pour l'absence de disponibilité. Un SRE reste responsable de répondre en cas d'incident réel, pendant ses heures de travail comme en astreinte. Ce qui est défendu ici, c'est la reconnaissance qu'entre deux pics d'activité réelle, le détachement mental — sous quelque forme qu'il prenne — n'est pas un manquement, mais une condition de performance documentée par la littérature scientifique sur la cognition.

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE CRA ET LA MÉTRIQUE

LE CRA, DE LA MAUVAISE MÉTRIQUE AU CLIMAT DE CONCURRENCE

Le compte-rendu d'activité, dans sa forme la plus répandue, demande de justifier le temps passé plutôt que le résultat produit. C'est, en premier lieu, une erreur de métrique. La sociologie du travail documente ce phénomène sous le nom de présentéisme : la valorisation du temps visiblement occupé au détriment du résultat réellement produit, qui pousse les individus à privilégier l'apparence d'activité plutôt que l'efficacité.

◆ LE PREMIER TEMPS — L'ERREUR DE MÉTRIQUE

Pour un SRE dont l'infrastructure tourne sans incident pendant une semaine entière, remplir un CRA classique devient un exercice contradictoire : soit il invente une activité pour justifier ses 35 heures, soit il documente honnêtement que tout a fonctionné sans lui, ce qui dans une culture du temps visible peut être lu comme un signal négatif plutôt que comme la preuve d'un travail d'ingénierie réussi en amont.

Ce premier déséquilibre, une fois installé dans la culture d'une équipe, ne reste pas une simple curiosité administrative. Il produit un second effet, plus profond : un climat de concurrence pour paraître occupé. Si la métrique reconnue récompense l'activité visible, les membres d'une équipe sont structurellement incités à se montrer mutuellement plus chargés que le voisin, plutôt qu'à coopérer pour que l'infrastructure commune ait le moins d'incidents possible.

◆ LE SECOND TEMPS — LE CLIMAT QUI SE NOURRIT DE LUI-MÊME

Ce climat de concurrence devient lui-même un problème indépendant de la métrique qui l'a produit. Une fois que "paraître occupé" devient une stratégie de visibilité individuelle, la coopération — partager une automatisation qui réduirait le travail de tous, documenter une solution pour que personne n'ait à la redécouvrir — perd de sa valeur perçue face à la simple démonstration personnelle d'activité. Le système qui devait mesurer la contribution finit par décourager la contribution la plus utile : celle qui rend le travail futur inutile.

Le CRA n'est donc pas seulement un symptôme d'une mauvaise métrique de départ. Il devient, une fois ce climat installé, un problème structurel à part entière, qui continue de produire ses effets même si l'on tente d'en corriger la formulation sans changer la culture qui l'a fait naître.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CONCLUSION

CE QUE LE SRE DOIT RÉELLEMENT À L'ORGANISATION

Un SRE ne doit pas 35 heures de présence visible par semaine à son organisation. Il doit la disponibilité optimale du service dont il a la charge. Ces deux obligations se confondent rarement dans la pratique, et ce document a tenté de montrer pourquoi : un système bien conçu rend son gardien silencieux, tandis qu'un système mal conçu rend son gardien visible, occupé, et apparemment indispensable à chaque instant — pour de mauvaises raisons.

> **◆ LA SYNTHÈSE DES QUATRE MÉCANISMES**
>
> L'absence d'incidents signale une anticipation réussie, pas une absence de travail. Le silence pendant un pic de charge est la conséquence visible d'un effort invisible accompli des mois plus tôt. La récupération cognitive, sous quelque forme qu'elle prenne, est une condition de la performance plutôt qu'un vol de temps. Et la métrique du temps visible, une fois installée, ne reste pas une simple erreur de mesure : elle devient un climat qui décourage la coopération la plus utile à long terme.

La conséquence pratique de cette analyse n'est pas l'abandon de toute mesure de la performance SRE. C'est le déplacement du critère : mesurer la disponibilité réelle du service, la réduction du travail répétitif dans le temps, et la qualité de l'anticipation — plutôt que le volume d'heures visiblement occupées. Un SRE qui paraît ne rien faire parce que son infrastructure travaille pour lui n'est pas un employé en défaut. C'est la preuve la plus tangible que son travail antérieur a été fait correctement.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE TICKET ET LE TALENT

Nomenclature des corps infrastructure

SysOps · NetOps · OpInfra

RATIO

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude propose une nomenclature structurée des métiers de l'infrastructure numérique en trois catégories — SysOps, NetOps, OpInfra — et six niveaux hiérarchiques. Elle répond directement à "La Crise Infrationnelle" en posant des mots précis sur des réalités que le vocabulaire DevOps a progressivement effacées. La règle fondatrice : ne jamais aller au-delà de ce nommage, sous peine de perdre le sens et de provoquer la dissolution que le corpus a documentée.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Formateur depuis 2006 · De l'électricité à Kubernetes · Tous publics

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · POURQUOI UNE NOMENCLATURE — ET POURQUOI MAINTENANT

LES MOTS AVANT LES STRUCTURES

Une nomenclature des métiers n'est pas un exercice bureaucratique. C'est un acte politique — au sens étymologique du terme : un acte qui concerne la cité, la collectivité, l'organisation du vivre ensemble professionnel. Nommer correctement les métiers de l'infrastructure, c'est poser les conditions de leur reconnaissance, de leur rémunération, de leur protection et de leur transmission.

◆ CE QUE L'ABSENCE DE NOMENCLATURE PRODUIT — LE DIAGNOSTIC DU CORPUS

"La Crise Infrationnelle" a documenté comment l'inflation des mots — DevOps, Infrastructure as Code, XxxOps — a vidé les métiers de leur substance. "La Boucle Infrationnelle" a documenté comment cette dissolution des titres produit une compression salariale qui pousse les seniors à partir. "L'État et le Corps Invisible" a documenté comment l'absence de nomenclature reconnue prive le corps infrastructure de toute protection institutionnelle. Ces trois pathologies ont une cause commune : personne n'a posé de mots précis sur des réalités précises, et laissé le marché nommer à sa convenance.

◆ CE QUE LE RNCP FAIT — ET CE QU'IL NE FAIT PAS

Le RNCP reconnaît déjà partiellement les métiers de l'infrastructure. Le RNCP37682 (Technicien Supérieur Systèmes et Réseaux, niveau 5) et le RNCP35594 (Administrateur Systèmes, Réseaux et Bases de Données) existent et sont inscrits. Le problème est double : ces certifications fusionnent systèmes et réseaux dans un seul titre — effaçant la distinction fonctionnelle entre les deux domaines — et elles ne couvrent pas les niveaux supérieurs (ingénieur, lead, architecte) avec la même précision. La proposition de ce corpus complète le RNCP en proposant une taxonomie cohérente sur l'ensemble de la pyramide.

◆ NASSIHA — LA NOMENCLATURE N'EST PAS UNE FIN EN SOI

Une nomenclature sans force de loi est un catalogue. Elle n'a de valeur que si elle est adoptée dans les conventions collectives, les référentiels de marchés publics, les fiches de poste des DSI et les programmes de formation. Cette étude pose les mots. L'étude "L'État et le Corps Invisible" a posé les mécanismes pour leur donner force. Les deux sont nécessaires.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LES TROIS CATÉGORIES

SYSOPS · NETOPS · OPINFRA

La nomenclature s'organise en trois catégories fonctionnelles. Elles ne sont pas des silos — elles sont des domaines de compétence primaires qui définissent où l'ingénieur a son centre de gravité. Un profil peut opérer dans deux catégories à la fois — dans une petite structure, c'est souvent nécessaire. Mais son titre reste ancré dans sa catégorie principale.

◆ SYSOPS — LES OPÉRATIONS SYSTÈMES

Périmètre : tout ce qui touche aux systèmes d'exploitation, aux serveurs physiques et virtuels, aux services applicatifs bas niveau, au stockage, à la virtualisation, à la sauvegarde et à la restauration. C'est la couche qui transforme du métal en service utilisable.

Ce que SysOps n'est pas : SysOps n'est pas le développement applicatif. Un SysOps peut écrire des scripts d'automatisation — mais il ne développe pas des applications métier. La frontière est la couche de service : en dessous, c'est SysOps. Au-dessus, c'est le développeur.

Ancrage physique : un SysOps a touché un serveur physique. Il sait ce qu'est un RAID, une baie de stockage, un hyperviseur. Il sait diagnostiquer une panne matérielle avant d'ouvrir une console.

◆ NETOPS — LES OPÉRATIONS RÉSEAUX

Périmètre : tout ce qui touche aux réseaux — câblage, commutation, routage, pare-feu, VPN, WiFi, WAN, BGP, MPLS, DNS, DHCP, supervision réseau. C'est la couche qui connecte les systèmes entre eux et avec l'extérieur.

Ce que NetOps n'est pas : NetOps n'est pas la sécurité au sens large — SecOps est une spécialisation distincte qui s'appuie sur NetOps mais n'en est pas une sous-catégorie. Un NetOps sécurise le réseau. Il n'est pas RSSI.

Ancrage physique : un NetOps a câblé un switch. Il sait lire un schéma de baie, tracer un câble de backbone, diagnostiquer une perte de paquets sur du cuivre avant d'accuser le logiciel.

RATIO

◆ OPINFRA — LES OPÉRATIONS INFRASTRUCTURE TRANSVERSALES

Périmètre : la couche transversale qui opère l'infrastructure dans son ensemble — SRE, architectes infrastructure, ingénieurs d'exploitation senior qui maîtrisent les deux domaines et opèrent à un niveau de responsabilité sur la disponibilité globale des systèmes.

Ce qu'OpInfra n'est pas : OpInfra n'est pas DevOps. Un profil OpInfra peut automatiser, peut écrire du code d'infrastructure — mais son centre de gravité est la fiabilité opérationnelle, pas la livraison de fonctionnalités.

Ancrage physique : un OpInfra a une maîtrise documentée de la couche physique dans au moins un des deux domaines (SysOps ou NetOps) avant d'accéder au niveau ingénieur.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES SIX NIVEAUX HIÉRARCHIQUES

DE LA PROXIMITÉ À L'ARCHITECTURE — LA PYRAMIDE COMPLÈTE

◆ LA PYRAMIDE — TABLEAU COMPLET

NIVEAU 1 — SUPPORT / PROXIMITÉ

Technicien Support · Technicien Proximité

Premier contact utilisateur. Diagnostic de premier niveau. Escalade vers le niveau 2. Ne touche pas aux configurations serveur ou réseau en production sans supervision. Correspond au RNCP37682 bloc 1 partiel.

NIVEAU 2 — TECHNICIEN DOMAINE

Technicien Systèmes (SysOps) · Technicien Réseaux (NetOps)

Exploitation quotidienne. Maintien en condition opérationnelle. Intervient sur les systèmes ou réseaux sous consignes et procédures. Contribue à la documentation. Correspond au RNCP37682 complet (niveau 5 — Bac+2).

NIVEAU 3 — ADMINISTRATEUR DOMAINE

Administrateur Systèmes (SysOps) · Administrateur Réseaux (NetOps)

Administration autonome. Conception de configurations. Responsabilité de sous-ensembles de l'infrastructure. Gestion des incidents de niveau 2. Correspond au RNCP35594 (niveau 6 — Bac+3/4).

NIVEAU 4 — INGÉNIEUR DOMAINE

Ingénieur Systèmes (SysOps) · Ingénieur Réseaux (NetOps) · Ingénieur SRE (OpInfra)

Conception d'architectures de niveau intermédiaire. Responsabilité de la fiabilité d'un périmètre défini. Supervision des niveaux inférieurs. Rédaction de procédures et runbooks. Niveau 6 à 7 RNCP (Bac+3 à Bac+5).

NIVEAU 5 — LEAD / PRINCIPAL

Lead Systèmes · Lead Réseaux · Principal SRE

Référent technique senior. Conception d'architectures complexes. Mentorat des équipes. Décisions techniques structurantes. Pas nécessairement manager hiérarchique — expertise technique avant tout.

NIVEAU 6 — ARCHITECTE

Architecte Systèmes · Architecte Réseaux · Architecte Infrastructure (OpInfra)

Vision transversale. Conception de l'infrastructure dans son ensemble. Gouvernance technique. Interlocuteur de la DSI et de la direction. Responsabilité de la cohérence et de l'évolution à moyen terme.

RATIO

◆ NASSIHA — LE LEAD N'EST PAS LE MANAGER

Le niveau Lead / Principal est une voie d'évolution technique — pas managériale. Un Principal SRE qui ne veut pas gérer des équipes ne doit pas être contraint de devenir manager pour accéder au niveau de rémunération correspondant à sa compétence. La dissociation entre progression technique et progression managériale est une condition de rétention des meilleurs profils techniques.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA RÈGLE DES MULTI-CASQUETTES

UN PROFIL PEUT PORTER PLUSIEURS FONCTIONS — PAS PLUSIEURS NOMS

La règle des multi-casquettes est la réponse pragmatique à la réalité des petites et moyennes organisations. Elle ne contredit pas la nomenclature — elle l'applique intelligemment dans des contextes où les ressources ne permettent pas une spécialisation stricte par domaine.

◆ LE PRINCIPE — FONCTIONS MULTIPLES, TITRE UNIQUE

Un profil peut exercer plusieurs fonctions de la nomenclature simultanément. Un Administrateur Systèmes dans une petite mairie peut aussi gérer le réseau local, assurer le support de premier niveau, et administrer les postes de travail. C'est réel et légitime. Mais son titre reste "Administrateur Systèmes" — pas "Responsable Informatique", pas "Chef de Projet Digital", pas "Coordinateur Infrastructure Numérique". Ces titres flous n'ont pas de contenu dans la nomenclature et ouvrent la porte à la dilution.

Les fonctions exercées en dehors du titre principal sont documentées dans la fiche de poste comme "fonctions complémentaires exercées selon les besoins de l'organisation" — pas comme un titre supplémentaire.

◆ EXEMPLES CONCRETS PAR TAILLE D'ORGANISATION

Petite mairie (5 000 habitants) : 1 profil, Administrateur Systèmes (SysOps, niveau 3). Fonctions complémentaires exercées : gestion du réseau local, support utilisateurs, administration des postes. Il ne s'appelle pas "Responsable Informatique" — il s'appelle Administrateur Systèmes avec des responsabilités élargies.

PME (50 salariés) : 1 Administrateur Systèmes + 1 Technicien Support. Le premier gère l'infrastructure et le réseau. Le second gère le support utilisateur et les postes. Deux personnes, deux titres, pas de confusion.

ETI (500 salariés) : 1 Ingénieur SRE (OpInfra) + 2 Administrateurs Systèmes + 1 Administrateur Réseaux + 2 Techniciens Support. La spécialisation devient possible et nécessaire. Les frontières de domaine sont respectées.

Grande DSI (5 000+ salariés) : pyramide complète par domaine. Les Lead et Architectes émergent. La transversalité OpInfra est incarnée par une équipe SRE dédiée.

RATIO

◆ CE QUE LA RÈGLE INTERDIT EXPLICITEMENT

— Appeler "ingénieur DevOps" un profil qui n'a pas de compétence documentée en couche physique
— Appeler "architecte cloud" un profil qui n'a jamais conçu d'architecture réseau ou système
— Créer des titres composites non définis dans la nomenclature ("Expert Infrastructure et Cloud", "Responsable Ops", "Tech Lead DevSecOps")
— Utiliser un titre de niveau supérieur pour économiser un recrutement de niveau adapté

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LES FRONTIÈRES QUI PROTÈGENT LE SENS

CE QUE LA NOMENCLATURE NE NOMME PAS — ET POURQUOI

Une nomenclature qui dit ce qu'elle nomme doit aussi dire ce qu'elle ne nomme pas. Les frontières sont aussi importantes que les définitions — elles protègent le sens contre la dilution progressive.

◆ DEVOPS N'EST PAS UN TITRE DANS CETTE NOMENCLATURE

"Ingénieur DevOps" n'existe pas dans cette nomenclature. Ce n'est pas parce que la philosophie DevOps est rejetée — la collaboration entre développement et opérations est une valeur réelle. C'est parce que "DevOps" n'est pas un métier : c'est une culture de travail, une approche, une philosophie. On ne nomme pas un métier d'après une philosophie. On nomme un métier d'après ce que la personne fait concrètement — les systèmes qu'elle administre, les réseaux qu'elle configure, l'infrastructure qu'elle opère. Un "ingénieur DevOps" qui administre des serveurs Linux est un Ingénieur Systèmes (SysOps) qui travaille dans une culture DevOps. Le titre dit ce qu'il fait. La culture est documentée dans les pratiques de l'équipe, pas dans le titre.

◆ SECOPS, FINOPS, MLOPS — NE SONT PAS DES CATÉGORIES

SecOps est une spécialisation — un Ingénieur Systèmes ou un Ingénieur Réseaux avec une spécialisation en sécurité. Il s'appelait "Ingénieur Systèmes, spécialisation sécurité" ou "Ingénieur Réseaux, spécialisation sécurité". FinOps est une pratique de gouvernance financière du cloud — pas un métier infrastructure. MLOps est un profil hybride développeur/opérations orienté machine learning — qui appartient davantage à la catégorie développeur qu'à la catégorie infrastructure. Ces spécialisations existent. Elles ne justifient pas de créer une nouvelle catégorie dans la nomenclature infrastructure.

◆ CLOUD ENGINEER N'EST PAS UN TITRE DE CETTE NOMENCLATURE

"Cloud Engineer" ou "Cloud Architect" sont des titres marketing qui décrivent un contexte d'exécution (le cloud), pas une compétence opérationnelle. Un Ingénieur Systèmes qui travaille principalement sur AWS est un Ingénieur Systèmes — pas un "Cloud Engineer". La précision du domaine de compétence (Linux, Windows, virtualisation, conteneurisation) et du niveau hiérarchique (ingénieur, lead, architecte) dit tout ce qu'il faut savoir sur le profil. Le mot "Cloud" dans le titre dit où il travaille — pas ce qu'il sait faire.

◆ LA RÈGLE FONDATRICE — NE PAS DÉPASSER CE NOMMAGE

Toute organisation qui adopte cette nomenclature s'engage à ne pas créer de titres au-delà de ceux définis. Pas de "Super Ingénieur Infrastructure Cloud DevOps Senior". Pas de "Lead Tech SRE Platform". Les mots existants dans la nomenclature suffisent à décrire n'importe quel profil infrastructure réel. Si un titre ne peut pas s'exprimer dans les mots de la nomenclature, c'est soit que le profil est mal défini, soit que le titre est inventé pour masquer un problème de classification.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · MISE EN ŒUVRE — COMMENT ADOPTER LA NOMENCLATURE

DU MOT À L'ACTE — TROIS VECTEURS D'ADOPTION

Une nomenclature n'a de valeur que si elle est adoptée. L'adoption passe par trois vecteurs distincts qui se renforcent mutuellement. Chacun peut agir indépendamment — l'ensemble crée une masse critique.

◆ VECTEUR 1 — LES ORGANISATIONS ELLES-MÊMES

Toute DSI, ESN, collectivité ou entreprise peut adopter cette nomenclature demain, sans attendre une loi ou une convention collective. Elle remplace ses titres flous par les titres de la nomenclature dans ses fiches de poste, ses organigrammes et ses offres d'emploi. Cette décision unilatérale a trois effets immédiats : elle clarifie les responsabilités en interne, elle améliore la précision des recrutements, et elle contribue à construire la masse critique qui rendra la nomenclature visible sur le marché.

◆ VECTEUR 2 — LES CONVENTIONS COLLECTIVES ET LE RNCP

La nomenclature peut être proposée aux partenaires sociaux du secteur numérique comme base de révision des grilles de classification. La Syntec, qui couvre la majorité des ESN, a une grille de classification qui ne distingue pas clairement les domaines SysOps / NetOps. Une révision intégrant la nomenclature produirait des grilles salariales par niveau et par domaine — réduisant mécaniquement la compression documentée dans "La Boucle Infrationnelle". Simultanément, les titres peuvent être proposés à France Compétences pour inscription au RNCP — en complément des certifications existantes, pas en remplacement.

◆ VECTEUR 3 — LES ORGANISMES DE FORMATION

Les BTS SIO, DUT Réseaux & Télécoms et formations Bac+3/4 infrastructure peuvent aligner leurs intitulés de débouchés sur la nomenclature. Au lieu de promettre un "poste de technicien systèmes et réseaux ou ingénieur DevOps", la formation promet un "poste de Technicien Systèmes (SysOps, niveau 2)" avec une trajectoire documentée vers "Administrateur Systèmes (niveau 3) puis Ingénieur Systèmes (niveau 4)". La lisibilité du parcours est la condition de l'attractivité de la filière — particulièrement pour les publics féminins documentés dans "L'Amputation Invisible".

RAITO

◆◆◆

Les mots sont les actes les moins coûteux et les plus structurants. Nommer correctement un métier, c'est lui redonner sa valeur. Cette nomenclature est un acte de résistance contre la dissolution — et un acte de construction pour ceux qui viennent après.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA NOVLANGUE QUI COÛTE CHER

Anatomie d'un Vocabulaire à 580 Milliards

Comment Dix Mots ont Détruit des Équipes, des Budgets et des Souverainetés

RATIO

◆ **LA THÈSE**

La novlangue cloud n'est pas un accident de communication. C'est un système cohérent qui a produit des effets mesurables sur les infrastructures, les équipes et les budgets. Chaque terme a une fonction précise dans la chaîne de capture cognitive. Chaque terme a laissé des traces dans les bilans, les organigrammes et les CGV. Cette étude documente ces effets terme par terme — avec les chiffres qui les rendent incontestables.

MARCHÉ CLOUD	POSTES SUPPRIMÉS	ECHEC TRANSFO	WATERMARK
580 MD$	**-34% LINUX**	**70%**	**RATIO**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LA NOVLANGUE COMME ARME COMPTABLE

DIX MOTS QUI ONT DÉPLACÉ DES MILLIARDS DE CAPEX EN OPEX SANS QUE PERSONNE NE S'EN RENDE COMPTE

Le marché cloud mondial représentait 230 milliards de dollars en 2019. Il représente 580 milliards en 2023. Cette croissance de 152% en 4 ans n'est pas de la création de valeur — c'est en grande partie la migration de dépenses CapEx en dépenses OpEx, rendue acceptable par un vocabulaire soigneusement choisi.

◆ "OPEX" — LE MOT QUI A RENDU INVISIBLE L'ACCUMULATION

Un investissement de 180 000€ sur 5 ans passe en revue du conseil d'administration. Une dépense mensuelle de 3 000€ passe sous le radar. C'est exactement la même chose financièrement — mais pas politiquement. Le cloud a transformé des décisions d'investissement en abonnements récurrents. Le résultat : des organisations qui dépensent 10 fois plus qu'elles ne le feraient en CapEx, sans jamais construire d'actif, sans jamais que ce chiffre soit agrégé et présenté comme une décision stratégique.

En France, le budget IT des grandes entreprises consacré au cloud est passé de 18% en 2019 à 41% en 2023. Le budget consacré aux équipes techniques internes a baissé de 22% sur la même période. La novlangue "OpEx" a rendu ces deux tendances invisibles l'une à l'autre.

◆ "PAY-AS-YOU-GO" — LE MOT QUI A NORMALISÉ NE RIEN POSSÉDER

"Vous ne payez que ce que vous consommez" est vrai au sens de la facturation à la seconde. Il est faux au sens économique : vous consommez ad vitam æternam, vous ne construisez jamais d'actif, et la valeur accumulée de vos paiements enrichit le fournisseur sans jamais vous appartenir. Sur 5 ans, "pay-as-you-go" produit 180 000€ de dépenses pour une instance GCP — et 0€ d'actif. Le même budget en CapEx produit un serveur, une compétence interne, et une valeur résiduelle.

◆ "SCALABILITÉ" — LE MOT QUI A JUSTIFIÉ LA SUPPRESSION DES INGÉNIEURS

"La plateforme scale automatiquement" a rendu superflue la question "qui gère la capacité ?" La réponse implicite était "personne — la plateforme le fait". En réalité, la scalabilité automatique à la hausse est réelle. La réduction des coûts à la baisse est bloquée par les commits noncancellable. Et la "plateforme" qui scale automatiquement a quand même besoin d'ingénieurs pour la configurer, la monitorer, et résoudre les incidents. Mais ces ingénieurs ont été supprimés parce que "la plateforme scale".

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA NOVLANGUE COMME OUTIL DE DÉQUALIFICATION

COMMENT DIX MOTS ONT DÉTRUIT 34% DES POSTES DE COMPÉTENCES NEUTRES EN 4 ANS

◆ "CLOUD-NATIVE" — LA DÉVALUATION DES COMPÉTENCES NEUTRES

"Cloud-native" a créé une hiérarchie de compétences : celles qui sont "native" (propriétaires, récentes, certifiées par le fournisseur) et celles qui ne le sont pas (neutres, profondes, non certifiables par un hyperscaler). Un administrateur Linux avec 15 ans d'expérience n'est "pas cloud-native". Un junior certifié AWS Solutions Architect depuis 6 mois l'est.

En France, le nombre d'offres d'emploi pour "administrateur systèmes Linux" a baissé de 34% entre 2019 et 2023. Le nombre d'offres pour "Cloud Engineer AWS/GCP/Azure" a augmenté de 187% sur la même période. Le marché a appliqué la hiérarchie de la novlangue. Et le salaire moyen d'un DevOps certifié AWS est supérieur de 23% à celui d'un SRE bare-metal équivalent en expérience — la certification propriétaire vaut plus que la compétence neutre.

◆ "DEVOPS" — LA FUSION QUI A SUPPRIMÉ LES OPÉRATIONS

"DevOps" dans sa version cloud a fusionné deux rôles en en supprimant un. Le développeur a absorbé les opérations — mais pas les opérations bare-metal, les opérations cloud. Le "DevOps cloud" sait déployer sur EKS, configurer un pipeline GitHub Actions, et monitorer avec CloudWatch. Il ne sait pas ce qu'il y a sous EKS. Il ne peut pas en sortir seul. La fusion "DevOps" n'a pas créé des ingénieurs plus complets — elle a créé des ingénieurs plus dépendants du fournisseur.

◆ "UPSKILLING" — LA FORMATION QUI FINANCE LA DÉPENDANCE

Les dépenses CPF en certifications cloud ont triplé entre 2020 et 2023 — finançant massivement des certifications propriétaires AWS/GCP/Azure. Chaque certification AWS est un service AWS (documenté dans les CGV, soumis à l'accord CPA séparé). Elle est résiliable par AWS. Elle n'est pas transférable à GCP ou à un infogéreur souverain. L'"upskilling" cloud n'est pas de la montée en compétence — c'est un investissement public dans la dépendance privée à un acteur extraterritorial. Les fonds CPF, collectés sur les salaires français, financent la capture cognitive documentée dans le corpus.

◆ LE PARADOXE DE LA DÉQUALIFICATION

Moins d'ingénieurs internes = plus de dépendance cloud = plus de budget cloud = justification de la réduction des ingénieurs internes. La boucle est parfaite. La novlangue "cloud-native" a créé un paradoxe auto-entretenu : les organisations qui ont le plus réduit leurs équipes techniques internes sont celles qui ont le plus besoin d'aide pour sortir du cloud — et qui n'ont plus personne pour conduire la migration.

RATIO

3

SECTION 3 · LA NOVLANGUE COMME SUBSTITUT À LA PENSÉE CRITIQUE

COMMENT DES MOTS ONT RENDU HONTEUSES LES BONNES QUESTIONS

◆ "DIGITAL TRANSFORMATION" — LA QUESTION IDENTITAIRE QUI A COURT-CIRCUITÉ L'ANALYSE

"Transformation digitale" a transformé une question opérationnelle (comment améliorer nos systèmes ?) en question identitaire (sommes-nous une entreprise moderne ?). Une entreprise qui n'est pas "en transformation digitale" est rétrograde. Cette pression identitaire a court-circuité des analyses coût-bénéfice qui auraient dû être menées.

McKinsey (2022) : 70% des projets de "transformation digitale" échouent à atteindre leurs objectifs. Le coût moyen d'un projet de transformation digitale raté pour une grande entreprise européenne : 45 à 120 millions d'euros. Ces échecs ne sont pas principalement des échecs techniques — ce sont des échecs de cadrage. On a répondu à "est-on moderne ?" plutôt qu'à "est-ce que ça marche mieux ?"

◆ "RESILIENCE BY DESIGN" — LE MOT QUI A RENDU SUPERFLUS LES TESTS

Si la résilience est "by design" — dans l'architecture — pourquoi testerait-on ? Cette logique a produit des PCA documentés mais non testés. L'incident AWS us-east-1 de décembre 2021 a mis hors service des services "multi-AZ" parce que le plan de contrôle était centralisé. Le "design" et la réalité avaient divergé. Personne ne l'avait vu parce que personne ne testait — parce que c'était "by design".

Gartner (2023) : 35% des organisations qui ont migré massivement vers le cloud envisagent un rapatriement partiel pour raisons de coût et de résilience. Ce chiffre était de 8% en 2020. La "resilience by design" a produit des organisations qui découvrent les limites de leur résilience lors des incidents réels — pas lors des tests.

◆ "BEST OF BREED" — LA TAUTOLOGIE QUI A FERMÉ LE DÉBAT

Si le "best" est défini par l'écosystème AWS, alors le "best" est toujours AWS. "Best of breed" signifie choisir le meilleur outil pour chaque besoin — mais quand tous les outils sont évalués dans le catalogue d'un seul fournisseur, "best of breed" devient "maximum de lock-in". La question "est-ce le meilleur outil parmi tous les outils disponibles ?" a été remplacée par "est-ce le meilleur outil dans ce catalogue ?" La novlangue a rétréci le périmètre de la comparaison sans que personne ne le remarque.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA NOVLANGUE COMME VECTEUR DU CLOUD ACT

COMMENT DES MOTS ONT RENDU ACCEPTABLE L'HÉBERGEMENT EXTRATERRITORIAL

◆ "GLOBAL INFRASTRUCTURE" — LA GÉOGRAPHIE QUI RASSURE ET TROMPE

"Nos données sont dans le cloud global" sonne rassurant — moderne, distribué, résilient. "Nos données sont sur des serveurs en Virginie, en Irlande et à Singapour, sous juridiction américaine, soumis au CLOUD Act, avec une clause de non-divulgation légalement possible si les autorités américaines l'ordonnent" sonne différemment. C'est pourtant exactement la même chose. La novlangue "global infrastructure" a dissocié la question physique (où sont les serveurs ?) de la question juridique (quelle loi s'applique ?) pour rassurer sur la première en évitant la seconde.

◆ "DATA RESIDENCY" — LE FAUX AMI DE LA SOUVERAINETÉ

"Vos données restent en Europe" est vrai au sens physique — les octets sont sur des disques en Irlande ou en Allemagne. Il est faux au sens juridictionnel — la Section 14.12 des CGV GCP stipule que le droit applicable est celui de l'État de Californie et que les tribunaux compétents sont ceux du comté de Santa Clara. "Data residency" a créé une illusion de souveraineté physique qui masque l'absence de souveraineté juridique. Les régulateurs européens ont mis des années à articuler cette distinction — pendant lesquelles des administrations publiques sensibles ont migré vers le cloud "en Europe" en croyant être protégées.

◆ "COMPLIANCE" — LE TERME QUI A DÉPLACÉ LA RESPONSABILITÉ

"AWS est conforme RGPD" signifie qu'AWS a mis en place des mécanismes pour aider ses clients à être conformes RGPD. Ça ne signifie pas que l'utilisation d'AWS est conforme RGPD — c'est une nuance que la novlangue "compliance" a effacée. La conformité est une propriété du système complet (infrastructure + usage + contrat + juridiction), pas du seul fournisseur. En désignant le fournisseur comme "compliant", la novlangue a déplacé la responsabilité de vérification vers le fournisseur — et supprimé l'incitation du client à vérifier lui-même.

◆ CE QUE LA NOVLANGUE A PRODUIT SUR LA SOUVERAINETÉ

Trois mots — "global", "residency", "compliance" — ont rendu acceptable pour des États européens, des administrations publiques et des entreprises critiques l'hébergement de données sensibles chez des acteurs soumis au CLOUD Act. Pas par malveillance. Par vocabulaire. La novlangue a fait ce que la négociation diplomatique n'avait pas réussi à faire : normaliser la dépendance extraterritoriale.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LES CHIFFRES DE LA DESTRUCTION

CE QUE DIX MOTS ONT PRODUIT — MESURÉ ET DOCUMENTÉ

INDICATEUR	CHIFFRE	SOURCE	TERME RESPONSABLE
Croissance marché cloud mondial 2019→2023	+152%	Gartner 2023	"OpEx" · "Pay-as-you-go"
Offres d'emploi "Administrateur Linux" FR 2019→2023	−34%	LinkedIn / APEC 2023	"Cloud-native" · "Zero-ops"
Offres "Cloud Engineer AWS/GCP/Azure" FR 2019→2023	+187%	LinkedIn / APEC 2023	"Cloud-native" · "Upskilling"
Taux d'échec "transformation digitale" à leurs objectifs	70%	McKinsey 2022	"Digital transformation"
Organisations envisageant rapatriement cloud partiel	35%	Gartner 2023	"Cloud-first" · "All-in cloud"
Budget IT grandes entreprises FR alloué au cloud 2019→2023	18% → 41%	Numeum 2023	"Cloud-first" · "Agilité"
Budget équipes techniques internes grandes entreprises FR	−22%	Numeum 2023	"Zero-ops" · "Managed services"
Dépenses CPF certifications cloud 2020→2023	×3	Caisse des Dépôts 2023	"Upskilling" · "Cloud-native"
Ratio VM GCP vs bare-metal sur 5 ans	7,5× à 11×	Corpus Dindon 2026	"OpEx" · "Pay-as-you-go"

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LE DICTIONNAIRE DE LA PERDITION

GLOSSAIRE COMPLET — DÉFINITION CORPORATE · DÉFINITION RÉELLE · DOMMAGE PRODUIT

TERME	DÉFINITION CORPORATE	DÉFINITION RÉELLE	DOMMAGE PRODUIT
Cloud-native	*Architecture moderne pensée pour le cloud*	Incompatible avec tout ce qui n'est pas ce cloud	−34% postes Linux · +187% Cloud Engineer · lock-in applicatif
Zero-ops	*Automatisation totale, libération des équipes*	Zéro compétences internes. Stade terminal de l'amputation	−22% budget équipes internes · sortie impossible sans aide
Serverless	*Sans serveur à gérer*	Server-elsewhere-and-metered-to-the-nanosecond	Facturation opaque · ignorance du substrat physique
Upskilling	*Montée en compétence des équipes*	Investissement public dans des certifications résiliables par leur émetteur	CPF ×3 vers certifications propriétaires · dépendance renforcée
Data residency	*Vos données restent en Europe*	Physiquement en Europe · juridiquement en Californie (GCP §14.12)	Illusion de souveraineté · administrations publiques sensibles migrées
Compliance	*AWS est conforme RGPD*	AWS a des outils pour aider — l'usage reste votre responsabilité	Déresponsabilisation du client · faux sentiment de conformité
Résilience by design	*La résilience est intégrée à l'architecture*	Le plan de contrôle est souvent centralisé. Voir us-east-1, déc. 2021	PCA non testés · RTO réel >> RTO documenté · 35% cloud repatriation
Digital transformation	*Modernisation stratégique de l'entreprise*	Question identitaire qui court-circuite l'analyse coût-bénéfice	70% d'échec · 45-120M€ de coût moyen pour les grands comptes
Partenariat stratégique	*Relation privilegiée avec le fournisseur*	Enterprise Agreement noncancellable · juridiction GCP §14.12	Lock-in contractuel · Account Manager = commercial, pas allié
Optimisation RH	*Efficacité opérationnelle des équipes*	Suppression des ingénieurs qui sauraient sortir du cloud	Boucle auto-entretenue · sortie impossible · dépendance perpétuelle

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · ANGLE MORT 1 — LE MIRAGE VERT · GREENOPS ET BILAN CARBONE

"NOUS RÉDUISONS NOTRE EMPREINTE CARBONE" — EN LA DÉLOCALISANT EN VIRGINIE

Le "GreenOps" est la couche RSE de la novlangue cloud. Elle est arrivée au bon moment — quand les directions développement durable cherchaient des arguments pour leurs rapports extra-financiers et quand les régulateurs commençaient à demander des comptes sur l'empreinte numérique. Les hyperscalers ont fourni les deux en même temps : un vocabulaire vert et des certificats d'énergie renouvelable.

◆ "CLOUD PLUS VERT" — CE QUE LES CERTIFICATS NE DISENT PAS

Les hyperscalers achètent massivement des RECs — Renewable Energy Certificates. Un REC signifie que quelque part dans le réseau électrique, une quantité d'énergie équivalente à la consommation déclarée a été produite par une source renouvelable. Cela ne signifie pas que les serveurs qui hébergent vos données tournent à l'énergie verte. Cela signifie que la comptabilité carbone du fournisseur est équilibrée sur le papier.

Le datacenter AWS us-east-1 en Virginie consomme plusieurs gigawatts. Le réseau électrique de Virginie est alimenté à 30% par le charbon et le gaz naturel. Les RECs achetés par AWS ne changent pas ce mix électrique. Ils compensent comptablement une consommation réelle de fossiles. C'est de la comptabilité carbone créative — exactement comme l'OpEx est de la comptabilité financière créative.

Ce que la direction RSE a validé : "En migrant vers AWS, nous réduisons notre empreinte carbone grâce à la mutualisation des ressources." Ce qu'elle a en réalité fait : délocaliser la consommation énergétique vers des datacenters américains alimentés partiellement aux fossiles, avec une compensation carbone virtuelle achetée sur un marché de certificats.

◆ L'INEFFICACITÉ CACHÉE — LES REQUÊTES QUI TOURNENT À VIDE

Une architecture Serverless mal conçue (Lambda qui se réveille à froid à chaque requête, containers qui tournent en attente, jobs de monitoring qui interrogent des APIs toutes les 30 secondes) consomme du compute en continu — et donc de l'énergie en continu. Cette inefficacité est invisible dans la console cloud : elle apparaît comme une ligne de coût, pas comme une empreinte carbone. L'architecte bare-metal qui dimensionne son serveur une fois l'optimise pour durer 5 ans. L'architecture serverless peut consommer 10 fois plus de cycles CPU pour la même charge utile — et la direction RSE ne le saura jamais parce que personne ne mesure le kWh par requête.

RATIO

ILS DISENT

"Le cloud est plus vert car mutualisé. Nous réduisons notre empreinte carbone."

ILS VEULENT DIRE

Nous délocalisons notre consommation énergétique. Nous achetons des RECs pour équilibrer la comptabilité carbone. La direction RSE a coché la case. Personne ne mesure le kWh par requête.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

8

LE CONSULTANT QUI N'EST PAS DANS LA SCÈNE — ET QUI A ÉCRIT LE SCRIPT

Le CODIR fictif de la Section 7 mettait en scène le DSI et le CFO. Il manquait un personnage : le consultant externe dont le slide deck a précédé toutes ces décisions de 18 mois. Il n'est pas dans la salle — mais son vocabulaire est partout dans les présentations du DSI.

◆ LA BOUCLE D'INTÉRESSEMENT — DOCUMENTÉE SANS ACCUSER

Le mécanisme est structurel et n'implique pas de malveillance individuelle :

ÉTAPE 1 : le cabinet de conseil recommande une stratégie "cloud-first" basée sur les analyses du marché (Gartner, IDC) qu'il cite abondamment. Il facture l'étude de cadrage : 150 000 à 500 000€ selon la taille de l'organisation.

ÉTAPE 2 : l'hyperscaler certifie le cabinet comme "partenaire de niveau supérieur" (AWS Premier Partner, Google Cloud Partner, Microsoft Gold Partner). Cette certification requiert un nombre minimum de certifications cloud dans les équipes du cabinet — finançant ainsi les certifications propriétaires documentées dans la Section 2.

ÉTAPE 3 : le cabinet conduit la migration. Il facture des jours-hommes d'intégration. La complexité est son alliée — plus l'architecture est complexe, plus la migration dure, plus les jours-hommes s'accumulent.

ÉTAPE 4 : la migration produit des écarts par rapport aux estimations. Le cabinet facture des jours-hommes de remédiation. Puis de formation. Puis d'optimisation (FinOps). La relation est structurellement perpétuelle.

CE QUE LA BOUCLE PRODUIT : le cabinet n'a pas d'intérêt financier à recommander le bare-metal ou l'infogéreur local — il n'y a pas de "partenariat" avec ces acteurs, pas de certification, pas de jours-hommes de migration complexe. Le conseil est structurellement orienté vers la complexité.

◆ "CLOUD-FIRST POLICY" — LE TERME QUI FERME TOUTES LES AUTRES OPTIONS

"Cloud-first" est le terme qui transforme une option en obligation. Une politique "cloud-first" signifie que tout nouveau projet doit d'abord évaluer une solution cloud avant toute autre option. En pratique, elle signifie que les options bare-metal, infogérance locale, ou cloud souverain sont examinées après le cloud hyperscaler — et avec un niveau de scepticisme inverse. Ce renversement de la charge de la preuve a été installé dans les politiques IT de centaines d'organisations européennes par des slides de cabinets de conseil.

RAITI

ILS DISENT

"Notre étude indépendante recommande une stratégie cloud-first pour accélérer votre transformation digitale."

ILS VEULENT DIRE

Notre cabinet est certifié AWS Premier Partner. Nous facturerons la migration, la remédiation, la formation et l'optimisation. La complexité est notre modèle économique. La simplicité bare-metal ne génère pas de jours-hommes.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

9

SECTION 9 · ANGLE MORT 3 — L'AMORTISSEMENT FISCAL · CE QUE LE CFO N'A PAS CALCULÉ

L'ACTIF AU BILAN · L'ÉCONOMIE FISCALE · LA VALEUR PATRIMONIALE QUE LE CLOUD NE CRÉE PAS

L'étude de la VM et du SRE a documenté le ratio 7,5× entre la VM GCP et le bare-metal sur 5 ans. Elle n'a pas documenté la dimension fiscale de cette différence — qui rend la comparaison encore plus défavorable au cloud.

◆ L'AMORTISSEMENT — CE QUE LE CLOUD NE PEUT PAS FAIRE

Un serveur acheté 15 000€ est inscrit au bilan de l'entreprise comme un actif immobilisé. Il est amorti sur 3 à 5 ans selon le plan comptable. Chaque année, une dotation aux amortissements (3 000 à 5 000€/an) est comptabilisée en charge — réduisant le résultat imposable. Au taux d'IS français de 25%, cette dotation génère une économie fiscale de 750 à 1 250€/an.

Sur 5 ans, un serveur à 15 000€ génère entre 3 750 et 6 250€ d'économie fiscale cumulée. Le coût net réel du serveur n'est pas 15 000€ — c'est 15 000€ moins l'économie fiscale = environ 8 750 à 11 250€.

La VM GCP à 3 000€/mois génère 36 000€ de charges déductibles par an — mais sans créer d'actif. Les charges sont déductibles dans les deux cas. La différence : le bare-metal crée un actif qui apparaît dans les fonds propres, augmente la valeur comptable de l'entreprise, peut être mis en garantie d'un emprunt, peut être revendu, et peut être présenté à un investisseur comme un signe de solidité patrimoniale.

◆ LE PATRIMOINE QUE LE CLOUD DÉTRUIT

Une entreprise qui migre 100% de son infrastructure vers le cloud opère une destruction silencieuse de son bilan : les actifs immobilisés disparaissent, remplacés par des charges récurrentes. En comptabilité analytique, cette entreprise est devenue structurellement plus légère — mais aussi plus fragile. Elle n'a plus d'actifs productifs propres. Si le fournisseur augmente ses prix, elle n'a aucun levier de négociation patrimonial. Si elle veut se faire racheter, l'acquéreur ne trouvera pas d'infrastructure au bilan — seulement des contrats d'abonnement et des commits noncancellable.

"Le cloud vide la trésorerie sans créer de valeur patrimoniale" n'est pas une métaphore. C'est une réalité comptable.

RATIO

ILS DISENT

"Le cloud optimise notre structure de coûts en transformant le CapEx en OpEx flexible."

ILS VEULENT DIRE

Nous détruisons nos actifs productifs au bilan, perdons les avantages fiscaux de l'amortissement, et créons une charge perpétuelle sans valeur résiduelle. Notre bilan s'allège — et notre fragilité augmente.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

10

SECTION 10 · ANGLE MORT 4 — LA BOÎTE NOIRE À 3H DU MATIN · L'ENFER DU SRE INVISIBLE

ALERT STORM IN A BLACK BOX · LE SRE EN PREMIÈRE LIGNE SANS LEVIER

L'étude de la VM et du SRE a documenté que le SRE résout l'incident à 3h du matin, pas la VM. Elle n'a pas documenté ce que "résoudre l'incident" signifie concrètement quand la cause est dans les couches internes de l'hyperscaler — auxquelles le SRE n'a pas accès.

◆ L'INCIDENT US-EAST-1 — DÉCEMBRE 2021 — LA BOÎTE NOIRE EN ACTION

Le 7 décembre 2021, AWS us-east-1 subit un incident majeur affectant de nombreux services — Kinesis, Lambda, API Gateway, AppSync, EventBridge, et d'autres. Des milliers d'équipes SRE à travers le monde reçoivent simultanément des alertes en cascade sur leurs propres services. La cause racine : une anomalie dans le plan de contrôle interne AWS.

Ce que le SRE pouvait faire : regarder ses dashboards, voir que tout tombait simultanément, lire la page de statut AWS ("We are investigating"), et attendre. Il n'avait accès à aucun log AWS interne, aucune métrique du plan de contrôle, aucun runbook AWS. La boîte noire était fermée. Le SRE était en première ligne du stress organisationnel — son téléphone sonnait, son manager lui demandait une ETA de rétablissement — mais il n'avait aucun levier technique sur la cause.

Ce que cela révèle : "Zero-ops" signifie aussi zéro visibilité sur la cause racine des incidents. Le SRE cloud-native est un expert en conséquences — il voit les effets, il ne peut pas diagnostiquer les causes quand elles sont dans l'infrastructure du fournisseur.

◆ L'ASYMÉTRIE DIAGNOSTIQUE — LA DÉTRESSE INVISIBLE

Un SRE bare-metal face à un incident à 3h du matin a accès à tout : les logs kernel, les métriques hardware, les traces réseau, les appels système. Il peut aller jusqu'au niveau physique si nécessaire. Son diagnostic peut descendre jusqu'à "le disque NVMe du slot 3 a un taux d'erreurs élevé depuis 48h" ou "la carte réseau du serveur 7 perd des paquets sur le VLAN de production".

Un SRE cloud-native face au même incident a accès à ses propres métriques applicatives — et s'arrête à la surface de l'API du fournisseur. Il ne peut pas voir ce qui se passe sous Lambda. Il ne peut pas diagnostiquer une dégradation de DynamoDB. Il ne peut pas tracer une requête au-delà des logs CloudWatch. La couche inférieure est opaque par design. Et cette opacité est présentée comme un avantage ("managed service — vous n'avez pas à vous en occuper") jusqu'au moment où ça tombe — et où vous n'avez toujours pas à vous en occuper parce que vous ne pouvez pas.

RAITI

◆◆◆

La novlangue cloud a produit des équipes plus stressées, moins souveraines, moins capables de diagnostiquer, et plus dépendantes d'une page de statut qu'elles ne contrôlent pas. C'est le résultat mesurable de dix mots appliqués pendant dix ans. Et le CFO ne l'a toujours pas calculé.

◆◆◆

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

DIX MOTS · UN RÉSULTAT · 580 MILLIARDS DE DOLLARS ET LA SOUVERAINETÉ EUROPÉENNE

◆ LA CHAÎNE CAUSALE COMPLÈTE

"Digital transformation" crée l'urgence identitaire → "Cloud-native" valide la direction → "OpEx" rend la dépense invisible → "Pay-as-you-go" normalise ne rien posséder → "Upskilling" finance les certifications propriétaires → "Cloud-native" dévalue les compétences neutres → "Zero-ops" justifie la suppression des ingénieurs → "Data residency" rassure sur la souveraineté → "Compliance" déresponsabilise le client → "Resilience by design" supprime l'incitation à tester → "Partenariat stratégique" lock-in l'organisation → "Optimisation RH" supprime les derniers ingénieurs qui pourraient sortir.

Chaque terme renforce le suivant. La sortie devient de plus en plus difficile à chaque étape. Ce n'est pas un complot — c'est un écosystème. Et les écosystèmes n'ont pas besoin de complot pour être efficaces.

◆ CE QUE LE CORPUS A NOMMÉ AVANT LES CHIFFRES

Opération Dindon a documenté la capture cognitive, la boucle infrationnelle, la perte de souveraineté, l'amputation du savoir technique. Cette étude démontre que ces phénomènes sont mesurables : −34% de postes Linux, ×3 de dépenses CPF en certifications propriétaires, 70% d'échec des transformations digitales, 35% de cloud repatriation envisagé. La novlangue n'est pas la cause unique — elle est le vecteur. Elle a rendu possibles des décisions qui auraient été impossibles si elles avaient été nommées correctement.

◆◆◆

Si "digital transformation" s'était appelé "migration vers la dépendance extraterritoriale",
35% des organisations l'auraient fait quand même. Pas 100%.
Si "cloud-native" s'était appelé "incompatible avec tout ce qui n'est pas AWS",
les équipes RH auraient maintenu les ingénieurs Linux.
Si "data residency" s'était appelé "physiquement en Europe, juridiquement en Californie",
les administrations publiques auraient demandé SecNumCloud d'abord.
Les mots ont un coût. Celui-ci se mesure en milliards.

RAITI

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

NoOps

Autopsie d'un Mot qui a Tué un Métier

Chronologie · Asymétrie · Paradoxe · CAPEX/OPEX · SLA · Mémoire Technique

HUMAN

◆ LA THÈSE CENTRALE

NoOps est le seul terme marketing dans l'histoire de l'informatique qui annonce explicitement la suppression d'un métier dans son nom — et qui a été adopté sans résistance par les organisations qu'il ciblait. Ce n'est pas une évolution technique. C'est un plan de désarmement technique unilatéral accepté avec enthousiasme par sa propre victime. Cette étude en fait l'autopsie : la chronologie de la liquidation linguistique, l'asymétrie des opérations transférées, le paradoxe de la complexité déplacée, la complicité comptable CAPEX/OPEX, la purge des seniors, la dette IaC fantôme, et l'asymétrie des SLA qui dit la vérité que le marketing cache.

PAGES	OUBLIS	WATERMARK	GRAPHES
6	3	HUMAN DOMINANT	0

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · CHRONOLOGIE DE LA LIQUIDATION LINGUISTIQUE

DE LA COEXISTENCE À L'ANNIHILATION NOMINALE — LA PERTE DU NOM PRÉCÈDE LA PERTE DE L'EXPERTISE

◆ LES TROIS ÉTAPES DE LA LIQUIDATION

DevOps (2009) — La coexistence : "Collaboration entre Dev et Ops." Les deux métiers coexistent. L'ingénieur infrastructure est présent, visible, nommé. Son rôle est reconnu. Le mouvement DevOps casse les silos de livraison — pas les silos de compétence.

Serverless (2014) — La spoliation matérielle : "Plus de serveurs à gérer." Les serveurs existent — mais tu n'y touches plus. L'ingénieur infrastructure devient progressivement superflu dans la narration. Son périmètre rétrécit. Il reste dans l'organigramme mais perd de la surface décisionnelle.

NoOps (2016-2018) — L'annihilation nominale : "Développez, on s'occupe du reste." Le métier lui-même est supprimé dans le vocabulaire. Les fiches de poste "Administrateur Linux" et "Ingénieur Infrastructure" disparaissent des plateformes de recrutement. Elles sont remplacées par "DevOps Engineer", "Cloud Engineer", "Cloud Architect" — avec des compétences requises fondamentalement différentes : AWS certifié, Kubernetes, CI/CD. Pas Linux. Pas réseau. Pas stockage.

◆ LA BOUCLE CAUSALE COMPLÈTE — DE L'INTITULÉ À L'EFFONDREMENT DU VIVIER

Les intitulés de poste changent → les certifications demandées changent → les universités adaptent leurs programmes aux offres d'emploi → les cabinets de formation adaptent leurs cursus aux certifications → en cinq ans, le vivier de compétences "infrastructure neutre" s'effondre (−34% postes Linux documentés dans La Novlangue). Le marché du travail a été reconfiguré par les intitulés — qui ont été reconfigurés par les certifications — qui ont été reconfigurés par les hyperscalers. C'est la boucle causale complète que le Sabotage Algorithmique RH (Anatomie de la Perdition Numérique) documente comme effet. L'effacement sémantique des intitulés de poste est la cause.

◆ LA PURGE DES SENIORS — L'AUTOMATISATION DU LICENCIEMENT ÉCONOMIQUE DÉGUISÉ

"NoOps" a fourni un vocabulaire managérial pour licencier des gens. "Non agile." "Résistant au changement." "Profil legacy." Ces formules — jamais écrites dans les lettres de licenciement, toujours présentes dans les CODIR — ont transformé une compétence rare en handicap professionnel. Quand un administrateur système senior de 20 ans d'expérience réseau est poussé vers la sortie en 2019, il n'est pas remplacé. La mémoire technique part avec lui. L'organisation a organisé la perte programmée de sa propre mémoire technique. C'est l'explication profonde de l'incapacité actuelle des entreprises à faire marche arrière : les personnes capables de configurer un commutateur réseau, de lire un pcap, d'ouvrir une armoire de brassage n'existent plus dans l'organigramme.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · L'ASYMÉTRIE NOOPS/MOREOPS — CAPITULATION DE COMPÉTENCES ET ANOMALIE JURIDIQUE

VOUS AVEZ ABANDONNÉ LA MAÎTRISE — MAIS GARDÉ LA RESPONSABILITÉ DE LA MORT ÉCONOMIQUE

◆ NOOPS POUR LE CLIENT = MOREOPS POUR L'HYPERSCALER

Les opérations ne disparaissent pas avec le NoOps — elles migrent. AWS, Google et Microsoft emploient des dizaines de milliers d'ingénieurs infrastructure. Leurs datacenters ont des équipes de maintenance, des ingénieurs réseau, des spécialistes stockage, des experts sécurité physique. Le "NoOps" pour le client signifie le "MoreOps" pour le fournisseur cloud. C'est une capitulation de compétences : l'entreprise transfère l'expertise opérationnelle de sa survie matérielle à un tiers qu'elle ne peut pas auditer, pas contrôler, et dont elle ne peut pas lire les runbooks. Elle a sous-traité ce qu'elle ne comprend plus.

◆ L'ASYMÉTRIE DES SLA — LE MENSONGE CONTRACTUEL DU NOOPS · CF. CGV SOUS MICROSCOPE (8P)

Le NoOps vend : "Nous gérons les opérations à votre place, vous êtes sereins." Les CGV disent autre chose. En cas de panne majeure de l'hyperscaler — une région AWS entière qui tombe pendant 12 heures, un incident GCP qui impacte des milliers de clients simultanément — le contrat de l'hyperscaler prévoit :

Ce que l'hyperscaler rembourse : des crédits de consommation cloud équivalant à un pourcentage dérisoire de la facture mensuelle (typiquement 10-30% pour une interruption majeure). Parfois quelques dizaines d'euros sur une facture de plusieurs milliers.

Ce que le client porte à 100% : la perte d'exploitation réelle · les pénalités contractuelles envers ses propres clients · la fuite de données et ses conséquences RGPD · la perte de confiance clients · la faillite commerciale dans les cas extrêmes.

C'est le tour de force juridique du NoOps : externaliser le geste opérationnel tout en conservant l'intégralité du risque vital. L'entreprise a abandonné la maîtrise — mais gardé la responsabilité de la mort économique.

◆ LA FORMULE POUR LE DIRECTEUR JURIDIQUE

Le NoOps n'externalise pas le risque opérationnel. Il externalise le travail opérationnel tout en conservant le risque vital chez le client. C'est contractuellement documenté dans les CGV de chaque hyperscaler. La promesse de sérénité est un marketing. Le contrat dit le contraire.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE PARADOXE DU NOOPS — LA COMPLEXITÉ DÉPLACÉE ET LA DETTE IAC FANTÔME

LA PROMESSE ÉTAIT MOINS DE COMPLEXITÉ · LE RÉSULTAT EST PLUS DE COMPLEXITÉ ABSTRAITE QUE PERSONNE NE MAÎTRISE

◆ LE PARADOXE CENTRAL — SUPPRIMER LES OPS BAS NIVEAU A CRÉÉ DES OPS HAUT NIVEAU

Le NoOps promettait : moins de complexité opérationnelle. Déployez votre code — on s'occupe du reste. La réalité de l'ère cloud (2018-2026) produit l'inverse : une explosion de la complexité abstraite que ni les développeurs ni les anciens ingénieurs infrastructure reconvertis ne maîtrisent pleinement.

Service meshes (Istio, Linkerd) pour gérer la communication inter-services. Politiques IAM hyper-fragmentées avec des centaines de rôles, permissions et conditions. Observabilité distribuée (traces, métriques, logs dans trois outils différents). Gestion des coûts en temps réel avec des alertes que personne ne surveille. Clusters Kubernetes avec des centaines de déploiements dont personne ne connaît l'origine. Le NoOps n'a pas supprimé le besoin d'Ops — il a rendu les Devs responsables d'une infrastructure invisible qu'ils ne maîtrisent pas, sans leur avoir donné les compétences pour le faire.

◆ LA DETTE IAC FANTÔME — LE CIMETIÈRE DE SCRIPTS NON AUDITÉS

Un code applicatif est conçu pour être modifié, mis à jour, parfois jeté. L'infrastructure physique s'inscrit dans un cycle de vie de maintenance, d'amortissement et de résilience mécanique. Le NoOps, en faisant croire que l'infrastructure n'est qu'un script éphémère qu'on applique d'un clic, a détruit la notion de Maintien en Condition Opérationnelle (MCO).

Le résultat : des milliers de ressources cloud instanciées par des scripts IaC obsolètes, abandonnées en production parce que plus aucun développeur n'ose les supprimer de peur de faire tomber l'application. La resource Terraform qui instancie un Load Balancer inutilisé depuis 18 mois ? Elle tourne. Elle facture. Elle attend. Personne ne la touche. Le développeur qui l'a créée est parti. Le script n'a pas de propriétaire. Le NoOps a transformé l'infrastructure en un cimetière de scripts non audités — une dette technique invisible que personne ne comptabilise parce qu'elle ressemble à du code, pas à de l'infrastructure.

◆ LA TÉLÉCOMMANDE VIDE — LE SYNDROME DU NOOPS EN PRODUCTION

Quand une panne sort de l'environnement managé par l'hyperscaler — une saturation réseau, un problème de routage BGP, un incident de peering — plus personne dans l'organisation ne sait diagnostiquer. La maîtrise des protocoles réseau bas niveau, l'analyse de paquets, le comportement thermique des machines : tout cela est parti avec les seniors licenciés. L'organisation possède une télécommande. Elle ne sait plus ce qu'il y a derrière l'écran.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA COMPLICITÉ CAPEX/OPEX · LA PURGE · L'IA GÉNÉRATIVE COMME VECTEUR FINAL

L'ARBITRAGE COMPTABLE DÉSASTREUX · CAPITAL HUMAIN DÉTRUIT · PLACEMENT DE PRODUIT ALGORITHMIQUE

◆ LE FAUX NEZ COMPTABLE — POURQUOI LE NOOPS A ÉTÉ ADOPTÉ SANS RÉSISTANCE

Le NoOps s'est aligné parfaitement avec la vision comptable court-termiste des directions financières. Les équipes d'infrastructure internes étaient des centres de coûts fixes — salaires, charges sociales, formation, renouvellement matériel : du CAPEX visible au bilan. Les services cloud managés étaient des coûts variables de consommation — de l'OPEX dans le compte de résultat, plus flexible, plus "agile" dans le vocabulaire financier.

Le DAF qui a validé le NoOps pour transformer du CAPEX en OPEX pensait faire une décision rationnelle. L'arbitrage était comptablement défendable à court terme. À moyen terme, il est désastreux : la "économie" sur les salaires d'une équipe infra a été largement dépassée par des factures cloud non maîtrisées, des coûts de sortie non anticipés, et l'absence de Capacity Planning qui aurait permis de les prévoir.

◆ LA PURGE DES SENIORS COMME ARBITRAGE COMPTABLE — LE CAPITAL HUMAIN DÉTRUIT

La décision de supprimer les équipes infra n'était pas seulement organisationnelle. Elle était financièrement motivée : un administrateur système senior coûte 60 000 à 90 000€ par an en France. Supprimer trois postes seniors = économiser 200 000€ de masse salariale. La DRH a le vocabulaire : "profil legacy", "non agile", "résistant au changement". La direction financière a les chiffres. Le CODIR valide.

Ce que personne n'a comptabilisé : la valeur du capital humain détruit. La mémoire des architectures. La connaissance des dépendances système. La capacité de diagnostic en cas de panne hors périmètre managé. Ces actifs n'apparaissent pas dans le bilan — leur destruction non plus. Jusqu'au jour où la panne arrive.

◆ L'IA GÉNÉRATIVE COMME VECTEUR FINAL — LE PLACEMENT DE PRODUIT ALGORITHMIQUE

Entre 2024 et 2026, le NoOps a trouvé son second souffle avec les copilotes de code par IA. "L'IA écrit le YAML et configure le Serverless — vous n'avez plus besoin d'architecte infra." L'IA générative n'est pas intrinsèquement liée aux hyperscalers. Mais Amazon Q génère du code AWS par défaut. GitHub Copilot (Microsoft) génère du code Azure en contexte Azure. Ce n'est pas de l'IA — c'est du placement de produit algorithmique. L'IA achève de dissoudre les dernières traces de conscience du fer chez l'ingénieur applicatif : il ne comprend plus ce qu'il déploie, et maintenant il ne l'écrit même plus.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

LA GUERRE DE LA SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE SE GAGNE D'ABORD DANS LE DICTIONNAIRE DES CONCEPTS MANAGÉRIAUX

◆ IMPOSER À NOUVEAU LE TERME — LE PREMIER OUTIL DE RÉSISTANCE ORGANISATIONNELLE

Si la perte du nom sur les fiches de poste a précédé la perte d'expertise dans les bilans de compétences — alors la récupération du nom est le premier acte de résistance. Avant le rack. Avant la migration. Avant l'appel d'offres.

Dans les organigrammes : "Ingénieur Infrastructure", "Ingénieur Systèmes", "Administrateur Systèmes", "Ingénieur Réseau", "Administrateur Réseau" doivent réapparaître comme titres distincts — pas comme sous-ensembles d'un rôle DevOps générique. Un ingénieur infrastructure n'est pas un développeur qui opère. Un développeur n'est pas un ingénieur infrastructure qui code. Ce sont deux métiers avec deux temporalités et deux types de risques incompatibles.

Dans les budgets : réintroduire une ligne de coût distincte pour l'infrastructure — pas noyée dans un budget DevOps global. Ce qui n'a pas de ligne budgétaire n'a pas d'existence dans le CODIR.

Dans les appels d'offres : exiger des compétences neutres et vérifiables — Linux Foundation Certified, Red Hat, CompTIA Network+ — et pas seulement des certifications hyperscaler. La certification AWS Solutions Architect ne remplace pas la maîtrise du réseau physique.

◆ LA RÈGLE DES BRIQUES SOUVERAINES — cf. La Dissolution de la Frontière (8p)

Chaque composant d'infrastructure doit pouvoir répondre "oui" à la question : "Peut-il fonctionner hors AWS sans réécriture ?" Si la réponse est non — c'est une décision délibérée, documentée, et assumée par les deux parties. Pas un choix par défaut parce que "c'était simple à déployer." Cette règle est le point de rencontre de l'ingénieur infrastructure et du développeur — elle ne dit pas "non" au cloud, elle dit "conscient" du cloud.

HUMAN

NoOps est le seul terme marketing qui annonce

la suppression d'un métier dans son nom.

Et personne n'a crié.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA DETTE INVISIBLE

L'OPEN SOURCE COMME INFRASTRUCTURE CRITIQUE NON COMPENSÉE

RATIO

◆ CONTEXTE

Le corpus Opération Dindon a documenté la dépendance aux hyperscalers et aux semi-conducteurs. Il n'avait pas traité la couche en dessous : la dépendance à l'open source non financé. Linux, OpenSSL, curl, bash — l'infrastructure mondiale repose sur des logiciels maintenus par des individus ou de petites équipes souvent bénévoles ou sous-financés. La faille Log4Shell en 2021 a révélé l'ampleur de cette fragilité. Cette étude en fait l'analyse structurelle.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · OPENSSL ET LES DEUX PERSONNES

L'INFRASTRUCTURE MONDIALE REPOSE SUR DES BÉNÉVOLES

En 2014, la faille Heartbleed a révélé une vulnérabilité critique dans OpenSSL — la bibliothèque cryptographique qui sécurise la grande majorité des connexions HTTPS du monde entier. Les banques, les gouvernements, les hôpitaux, les plateformes de commerce en ligne, les hyperscalers — tous dépendaient d'OpenSSL. La faille avait existé pendant deux ans dans le code, non détectée. À l'époque de la découverte, OpenSSL était maintenu par une équipe de deux personnes à temps plein, avec un budget annuel d'environ 2 000 dollars de dons.

◆ LOG4SHELL — LE CAS D'ÉCOLE DE 2021

Log4j est une bibliothèque de journalisation Java intégrée dans des millions d'applications — des serveurs d'entreprise aux systèmes industriels en passant par les consoles de jeux vidéo. La faille Log4Shell découverte en décembre 2021 était classée 10/10 sur l'échelle de criticité CVSS. Elle affectait potentiellement des centaines de millions de systèmes dans le monde. Log4j était maintenu par une poignée de bénévoles, sans financement commercial structuré. La réponse d'urgence à la faille a reposé sur ces mêmes bénévoles, contraints de travailler sans arrêt pendant plusieurs semaines sur un problème dont la résolution bénéficiait à des entreprises milliardaires qui n'avaient rien contribué à leur financement.

◆ LA STRUCTURE DE LA DÉPENDANCE

L'industrie logicielle mondiale est construite sur une pyramide inversée : des milliards de dollars de capitalisation boursière reposent, à leur base, sur des bibliothèques open source maintenues par des dizaines ou centaines de personnes sans financement proportionnel. Cette pyramide est stable tant qu'aucune faille critique n'apparaît dans les couches basses. Quand une faille apparaît, elle révèle que la base de la pyramide était en carton.

◆ NASSIHA — L'OPEN SOURCE N'EST PAS GRATUIT

L'open source n'est pas gratuit. Il est financé par le temps non rémunéré ou sous-rémunéré de ses contributeurs. Le modèle "gratuit à l'usage" reporte le coût du développement et de la maintenance sur des individus qui assument ce coût par passion, par réputation, ou par idéalisme — pas par un modèle économique viable. Cette invisibilité du coût est la source de la vulnérabilité.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA CHAÎNE DE DÉPENDANCE INVISIBLE

CE QU'IL Y A SOUS LE CODE QU'ON ÉCRIT

Tout développeur ou ingénieur infrastructure utilise des dépendances open source dans son travail quotidien — souvent sans en avoir conscience. Une application web moderne peut dépendre de 500 à 1 000 bibliothèques open source, chacune ayant ses propres dépendances, ses propres mainteneurs, son propre niveau de financement et de maintenance. Cette chaîne de dépendance est largement invisible à l'utilisateur final — et souvent au développeur lui-même.

◆ LE PROJET XKCD 2347 — "DEPENDENCY"

Une planche de bande dessinée publiée par le webcomic XKCD représente toute l'infrastructure numérique mondiale comme une pile de blocs de construction, dont l'un — minuscule, à la base — est labellisé "un projet maintenu depuis 2003 par une personne à Nebraska". Cette image est devenue virale en 2021 lors de Log4Shell parce qu'elle décrit avec précision la réalité : quelque part dans la chaîne de dépendance de chaque système critique, il y a une bibliothèque maintenue par une personne dont personne ne connaît le nom.

◆ LE RISQUE HUMAIN DE LA DÉPENDANCE OPEN SOURCE

La vulnérabilité de l'open source non financé n'est pas seulement technique — elle est humaine. Un mainteneur qui s'épuise, qui change d'emploi, qui tombe malade, qui décide d'arrêter, abandonne une bibliothèque dont des milliers de projets dépendent. Cette bibliothèque ne sera plus maintenue, les nouvelles failles ne seront plus corrigées, les nouvelles versions de langage ne seront plus supportées. Le risque de "abandon de mainteneur" est documenté mais rarement intégré dans les analyses de risque d'infrastructure.

◆ NASSIHA — LE PROBLÈME N'EST PAS L'OPEN SOURCE

L'open source est une des plus grandes créations collectives de l'humanité. Cette étude ne critique pas le modèle — elle critique le financement. Un monde où les entreprises utilisent massivement l'open source sans contribuer à son financement est un monde qui externalise son infrastructure critique sur la bonne volonté individuelle de mainteneurs non compensés. Ce n'est pas durable.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · QUI FINANCE QUOI

L'ASYMÉTRIE DE VALEUR ET DE CONTRIBUTION

Les hyperscalers ont construit des entreprises de plusieurs milliers de milliards de dollars de capitalisation sur des fondations open source. AWS repose sur Linux. GCP repose sur des dizaines de bibliothèques open source. L'IA de Microsoft repose sur Python et ses écosystèmes. Ces entreprises ont aussi, pour la plupart, créé des programmes de contribution à l'open source — Google Summer of Code, les fondations Linux et Apache, les programmes de maintenance de Microsoft. Mais la disproportion entre la valeur extraite et la contribution fournie reste considérable.

◆ CE QUE LES HYPERSCALERS CONTRIBUENT

Google maintient Kubernetes, Angular, TensorFlow. Microsoft a acquis GitHub et contribue massivement à VSCode, TypeScript, .NET open source. Meta maintient React et PyTorch. Amazon contribue à OpenSearch. Ces contributions sont réelles et significatives — elles ne couvrent pas l'ensemble de la dette de financement de l'écosystème open source dont ces entreprises dépendent.

◆ LES PROJETS CRITIQUES QUI NE REÇOIVENT RIEN

La contribution des hyperscalers se concentre sur les projets qu'ils contrôlent ou dont la visibilité sert leur image. Les projets critiques mais peu visibles — bibliothèques de compression, parseurs de formats de fichiers, implémentations de protocoles réseau — restent maintenus par des individus sans financement structuré. Ces bibliothèques sont utilisées par des millions de projets, dont ceux des hyperscalers eux-mêmes. La sélection de ce qui est financé est stratégique, pas altruiste.

◆ LE "SILENCE DES SALLES" APPLIQUÉ AU LOGICIEL

"Le Silence des Salles" a documenté que les femmes sont absentes de l'infrastructure parce qu'elles n'y sont pas représentées et que personne n'a décidé de changer ça. La même logique s'applique au financement de l'open source critique : les bibliothèques invisibles ne sont pas financées parce qu'elles sont invisibles, et elles restent invisibles parce que personne ne décide de les rendre visibles. L'invisibilité perpétue le sous-financement qui perpétue l'invisibilité.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LES MODÈLES QUI FONCTIONNENT

CE QUI EXISTE ET CE QUI MANQUE

Des modèles de financement de l'open source existent. Aucun n'a résolu le problème à l'échelle nécessaire. Leur analyse permet d'identifier ce qui fonctionne, ce qui échoue, et ce qui manque pour construire un financement structurel de l'open source critique.

◆ MODÈLE 1 — LES FONDATIONS (LINUX, APACHE, PYTHON SOFTWARE FOUNDATION)

Les fondations open source collectent des cotisations auprès des entreprises membres, emploient des développeurs à temps plein sur les projets critiques, et organisent la gouvernance. Ce modèle fonctionne pour les projets suffisamment visibles et utilisés pour attirer des membres payants. Il échoue pour les projets critiques mais peu visibles qui ne peuvent pas construire une masse critique de membres suffisante pour se financer.

◆ MODÈLE 2 — LE DUAL LICENSING ET L'OPEN CORE

Des entreprises comme HashiCorp, Elastic ou Redis Labs ont adopté des modèles où le code de base est open source et les fonctionnalités avancées sont propriétaires (open core) ou le code est disponible sous licence restrictive pour les usages commerciaux (dual licensing). Ces modèles financent le développement mais créent des tensions avec la communauté open source et des ruptures de compatibilité entre versions.

◆ MODÈLE 3 — SOVEREIGN TECH FUND (ALLEMAGNE)

L'Allemagne a créé en 2022 le Sovereign Tech Fund — un fonds public qui finance directement la maintenance de bibliothèques open source critiques identifiées comme infrastructure numérique nationale. Ce modèle traite l'open source comme une infrastructure publique — au même titre que les routes ou les réseaux électriques — et le finance comme tel. C'est le modèle le plus cohérent avec la thèse de cette étude. Il reste marginal à l'échelle européenne.

◆ NASSIHA — PAS DE SOLUTION UNIQUE

Aucun de ces modèles ne suffit seul. La solution structurelle est probablement une combinaison : financement public pour les bibliothèques d'infrastructure critique, contributions obligatoires des grandes entreprises utilisatrices proportionnelles à leur usage, et fondations renforcées pour la gouvernance. Ce n'est pas compliqué à concevoir. C'est difficile à coordonner.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE LE SRE PEUT FAIRE

CONNAÎTRE SA CHAÎNE DE DÉPENDANCE

Le SRE ne peut pas résoudre seul le problème du financement de l'open source. Mais il peut réduire son exposition au risque de dépendance non financée — et contribuer, à son niveau, à la viabilité de l'écosystème dont il dépend.

◆ LEVIER 1 — AUDITER SES DÉPENDANCES OPEN SOURCE

Connaître les bibliothèques critiques dont son infrastructure dépend, leur niveau de maintenance (date du dernier commit, nombre de mainteneurs actifs, présence d'une fondation ou d'un sponsor), et leur historique de vulnérabilités. Cet audit devrait être aussi standard que l'audit de sécurité — parce que c'est de la sécurité. Un outil comme Dependabot ou Renovate automatise une partie de ce suivi.

◆ LEVIER 2 — INTÉGRER LE RISQUE "ABANDON DE MAINTENEUR" DANS LES ANALYSES DE RISQUE

Le risque qu'un mainteneur critique abandonne sa bibliothèque devrait figurer dans les analyses de risque d'infrastructure, au même titre que le risque de faillite d'un fournisseur ou de fin de support d'un OS. Ce risque a une réponse : fork interne de la bibliothèque, migration vers une alternative mieux maintenue, ou contribution au financement du mainteneur.

◆ LEVIER 3 — CONTRIBUER ET FAIRE CONTRIBUER

Les entreprises qui utilisent de l'open source peuvent contribuer par le code (correctifs de bugs, nouvelles fonctionnalités), par le financement (dons aux mainteneurs, adhésion aux fondations), ou par le temps (ingénieurs dédiés à la maintenance de bibliothèques critiques). Ces contributions ne sont pas du mécénat — elles sont de la gestion de risque. Une bibliothèque mieux financée est une dépendance moins risquée.

◆ NASSIHA — LA CONTRIBUTION N'EST PAS ACCESSIBLE À TOUS

Contribuer à l'open source demande du temps et des compétences que tous les SRE et toutes les entreprises n'ont pas. La réponse systémique — financement public, obligations légales de contribution proportionnelle à l'usage — est irremplaçable. Les leviers individuels sont des compléments, pas des substituts.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

TRAITER L'OPEN SOURCE COMME UNE INFRASTRUCTURE PUBLIQUE

La proposition de cette étude est de traiter l'open source critique — les bibliothèques dont dépend l'infrastructure numérique mondiale — comme une infrastructure publique au même titre que les routes, les réseaux électriques ou les systèmes d'eau potable. Ce cadrage n'est pas une métaphore. C'est une réalité opérationnelle : si curl cesse d'être maintenu, des pans entiers de l'infrastructure numérique mondiale s'arrêtent de fonctionner progressivement. Si OpenSSL n'est pas patché, des milliards de connexions sécurisées deviennent vulnérables.

◆ MESURE 1 — CRÉER UN FONDS EUROPÉEN DE L'OPEN SOURCE CRITIQUE

Sur le modèle du Sovereign Tech Fund allemand, un fonds européen de financement de l'open source critique — doté d'un budget proportionnel à la taille de l'économie numérique européenne — finance la maintenance des bibliothèques identifiées comme infrastructure critique. Ce fonds est alimenté par des contributions publiques et par des contributions obligatoires des entreprises dont le chiffre d'affaires dépasse un seuil défini et qui utilisent ces bibliothèques en production.

◆ MESURE 2 — OBLIGATION DE DÉCLARATION DES DÉPENDANCES CRITIQUES

Les entreprises au-delà d'une certaine taille devraient déclarer annuellement leurs dépendances open source critiques — à l'image de la déclaration des fournisseurs critiques dans les plans de continuité d'activité. Cette transparence permettrait d'identifier les bibliothèques à risque (peu de mainteneurs, peu de financement, beaucoup d'utilisateurs) et de prioriser les efforts de financement collectif.

◆ MESURE 3 — INTÉGRER L'OPEN SOURCE DANS LES CRITÈRES DE PASSATION DE MARCHÉS PUBLICS

Tout marché public de services numériques devrait intégrer un critère de contribution à l'open source critique dans ses conditions d'attribution. Un prestataire qui contribue au financement des bibliothèques open source qu'il utilise dans sa prestation est un prestataire plus fiable — et son contrat devrait le refléter.

RATIO

◆◆◆

La dette invisible se rembourse toujours. Parfois en argent. Parfois en Heartbleed. Parfois en Log4Shell. Mieux vaut choisir le moment et la forme du remboursement plutôt que de le subir.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE DÉPART DU DERNIER QUI SAIT

L'usure invisible du senior en infrastructure et le savoir qui disparaît avec lui

HUMAN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude est la symétrie de "Le Bleu — Ce que le diplôme ne mesure pas". Le Bleu est le profil qui entre dans le secteur sans être reconnu. Le Dernier Qui Sait est le profil qui en sort sans avoir été transmis. Entre les deux, la même invisibilité — celle du savoir tacite que les systèmes formels ne savent pas capturer. Cette étude traite de l'usure du SRE senior, de la désertification cognitive progressive qui l'affecte, et de ce que le secteur perd quand il part sans que personne ne l'ait vu venir.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE PROFIL

20 ANS DE PRODUCTION, ZÉRO VISIBILITÉ

Il existe dans chaque équipe d'infrastructure un profil que tout le monde connaît sans jamais l'avoir nommé formellement. C'est le SRE ou l'administrateur système qui a 45 à 55 ans, 20 ans d'ancienneté dans le secteur, et qui sait des choses que personne d'autre ne sait. Il sait pourquoi cette configuration réseau a été faite ainsi en 2009, pourquoi ce script de sauvegarde a une exception sur le serveur 7, pourquoi l'application critique du client A ne supporte pas qu'on touche à l'interface réseau entre 22h et 2h du matin.

Ce savoir n'est documenté nulle part. Il n'est pas dans le wiki de l'équipe, pas dans les runbooks, pas dans les tickets d'incident. Il est dans la tête de cet homme ou de cette femme, acquis incident par incident, panne par panne, nuit blanche par nuit blanche sur 20 ans. C'est le savoir le plus précieux que l'équipe possède. C'est aussi le plus fragile — parce qu'il est stocké dans un seul point de défaillance humain.

◆ CE QUE LE MARCHÉ NE SAIT PAS VALORISER

Le marché de l'emploi en infrastructure valorise les certifications récentes, les technologies à la mode, la capacité à parler Kubernetes ou Terraform dans un entretien de 45 minutes. Il valorise mal — souvent pas du tout — la mémoire institutionnelle de 20 ans, la capacité de diagnostic sous pression construite sur des milliers d'incidents réels, et le réseau de confiance avec d'autres seniors capables de résoudre des problèmes que les runbooks ne couvrent pas. Ces compétences ne se mettent pas dans une liste de technologies sur un CV. Elles ne passent pas les filtres ATS. Elles n'ont pas de certification associée.

◆ LE PARADOXE DE LA VALORISATION DÉCROISSANTE

Plus le senior accumule de savoir tacite, moins il est visible sur le marché. À 45 ans, sa liste de certifications est souvent plus ancienne que celle d'un junior récemment formé. Son salaire est plus élevé — ce qui en fait une cible de réduction de coûts lors des réorganisations. Son savoir est profond mais invisible — ce qui rend sa contribution difficile à justifier dans un tableau de bord. Le secteur crée ainsi un mécanisme d'expulsion progressive de ses profils les plus expérimentés, précisément au moment où leur savoir atteint sa maturité maximale.

HUMAN

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE ÉTUDE NE PRÉTEND PAS

Cette étude ne prétend pas que tous les seniors sont victimes de discrimination ou que toutes les entreprises expulsent délibérément leurs profils expérimentés. Elle identifie des mécanismes structurels qui produisent ce résultat indépendamment des intentions. Un DRH qui cherche à réduire la masse salariale par optimisation budgétaire et qui cible les salaires les plus élevés n'est pas malveillant — il produit quand même l'expulsion du senior.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA DÉSERTIFICATION COGNITIVE

TOUJOURS LE MÊME INCIDENT, JAMAIS LE TEMPS D'EXPLORER

L'usure du SRE senior n'est pas principalement physique. Elle est cognitive. Après 20 ans de production, le senior a géré des centaines d'incidents sur les mêmes systèmes. Il a développé des patterns de diagnostic d'une efficacité remarquable — mais ces patterns sont de plus en plus étroits. Il résout très bien les problèmes qu'il a déjà vus. Il résout moins bien les problèmes nouveaux, parce qu'il n'a plus de temps pour explorer.

La production absorbe tout. L'astreinte occupe les nuits. Les tickets d'incident remplissent les journées. Le temps de R&D est nul ou quasi-nul. Les nouvelles technologies arrivent — Kubernetes, Rust, eBPF, les architectures IA — mais le senior ne peut pas les pratiquer. Il peut les lire, pas les toucher. Il accumule un décalage croissant entre son niveau de connaissance théorique des nouvelles technologies et sa capacité opérationnelle sur ces mêmes technologies.

◆ LE CERCLE VICIEUX DE LA DETTE TECHNIQUE HUMAINE

Plus le senior est irremplaçable sur les systèmes legacy, moins l'organisation peut se permettre de le libérer pour qu'il monte en compétences sur les nouveaux systèmes. Plus il reste sur le legacy, plus il devient incontournable sur le legacy et obsolète sur le moderne. L'organisation crée ainsi une dette technique humaine — un expert de systèmes critiques qui ne peut pas évoluer parce que son évolution mettrait en danger la continuité des systèmes qu'il maintient. Cette dette s'accumule silencieusement jusqu'au jour où le senior part — et l'organisation découvre simultanément ce qu'elle avait et ce qu'elle n'a plus.

◆ LA SYMÉTRIE AVEC LE BLEU

Dans "Le Bleu — Ce que le diplôme ne mesure pas", la section 3b a documenté que le stagiaire apporte de la connaissance fraîche que le senior n'a plus le temps d'acquérir. Cette observation prenait le point de vue du stagiaire. Vue du côté du senior, la même réalité est plus sombre : le senior sait ce que le stagiaire ne sait pas encore, mais il ne sait plus ce que le stagiaire sait déjà. Les deux ont besoin l'un de l'autre. L'organisation qui les sépare — hiérarchiquement, culturellement, par les pratiques de recrutement — perd les deux côtés de l'échange.

◆ NASSIHA — LA DÉSERTIFICATION N'EST PAS UN DÉFAUT PERSONNEL

Un senior qui n'a pas exploré de nouvelles technologies depuis 5 ans n'est pas paresseux ou résistant au changement. Il est dans une situation structurelle où le temps d'exploration est systématiquement sacrifié à la continuité de service. Ce n'est pas un problème de motivation individuelle — c'est un problème d'allocation de temps organisationnelle. La responsabilité appartient à l'organisation, pas à l'individu.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · CE QUI PART AVEC LUI

L'INCIDENT QUI AURAIT DURÉ 4 HEURES AU LIEU DE 12 MINUTES

Quand le Dernier Qui Sait part — retraite, démission, licenciement économique, burn-out — l'organisation ne ressent pas immédiatement ce qu'elle a perdu. Dans les premières semaines, les équipes gèrent. Les runbooks existent. Les outils de monitoring alertent. Tout semble fonctionner. La perte se révèle lors du premier incident que personne d'autre n'a jamais vu. Ce n'est pas l'incident courant qui révèle l'absence du senior. C'est l'incident rare, celui qui arrive une fois tous les trois ans, sur le système legacy que personne ne comprend vraiment depuis qu'il l'a quitté. Cet incident prend 4 heures au lieu de 12 minutes. Ou 48 heures au lieu de 4. Ou il ne se résout pas du tout, et on appelle un consultant externe qui facture 2 000 euros de l'heure pour reconstituer en urgence ce que le senior savait de mémoire.

◆ LE SAVOIR TACITE NE SE DOCUMENTE PAS — IL SE TRANSFÈRE

La réponse habituelle des organisations face au départ d'un senior est la "passation de poste" — quelques semaines de documentation intensive avant le départ. Cette réponse est structurellement insuffisante. Le savoir tacite n'est pas le savoir que le senior sait qu'il a. C'est le savoir qu'il mobilise sans le savoir — les patterns de diagnostic automatiques, les intuitions sur les comportements anormaux d'un système, la mémoire des contextes dans lesquels une décision a été prise. Ce savoir ne se documente pas parce qu'il n'est pas conscient. Il se transfère par la pratique commune, par le compagnonnage, par les années de travail côte à côte.

◆ LE COÛT RÉEL DU DÉPART : JAMAIS CALCULÉ

Aucune organisation ne calcule le coût réel du départ d'un senior expérimenté. On calcule le coût de son remplacement — le recrutement, le salaire du successeur, la période de formation. On ne calcule pas le coût des incidents allongés, des décisions mal prises par manque de contexte historique, des clients perdus parce qu'un problème n'a pas été résolu assez vite, des mois de remontée en compétences du successeur sur des systèmes qu'il ne comprend pas encore. Ce coût invisible est systématiquement supérieur au coût visible du recrutement — et personne ne le voit venir.

◆ NASSIHA — LE PROBLÈME N'EST PAS SPÉCIFIQUE À L'INFRASTRUCTURE

La perte de savoir tacite lors du départ d'un expert senior est un problème documenté dans tous les secteurs à forte composante technique — l'industrie lourde, le nucléaire, l'aéronautique. L'infrastructure numérique n'a pas inventé ce problème. Mais elle l'aggrave par deux caractéristiques propres : la vitesse d'évolution technologique qui accélère l'obsolescence du savoir documenté, et la culture de la documentation insuffisante qui est structurelle dans le secteur.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LES MÉCANISMES D'EXPULSION

COMMENT L'ORGANISATION SE DÉBARRASSE DE CE QU'ELLE NE SAIT PAS MESURER

Le départ du Dernier Qui Sait n'est pas toujours volontaire. Il est souvent le résultat d'une série de mécanismes organisationnels qui poussent progressivement le senior vers la sortie — sans que personne n'ait explicitement décidé de se débarrasser de lui.

◆ MÉCANISME 1 — LA RÉORGANISATION QUI DILUE

Les réorganisations successives dissolvent les équipes stables où le senior avait construit son réseau de confiance et sa légitimité informelle. Dans une nouvelle équipe avec un nouveau manager qui ne connaît pas son historique, le senior repart de zéro dans la construction de sa crédibilité — pendant que ses années d'expérience restent invisibles aux yeux d'un manager qui l'évalue sur les mêmes critères que ses collègues juniors.

◆ MÉCANISME 2 — L'ÉVALUATION PAR LES OUTILS RÉCENTS

Les entretiens annuels et les évaluations de compétences sont conçus autour des technologies en vogue. Un senior qui maîtrise parfaitement les systèmes critiques en production mais qui ne connaît pas le dernier outil d'orchestration de conteneurs sera évalué négativement sur un référentiel de compétences conçu pour les juniors en formation. L'évaluation mesure ce que le senior ne sait pas encore — pas ce qu'il sait depuis vingt ans et que personne d'autre ne sait.

◆ MÉCANISME 3 — LE SALAIRE COMME CIBLE

Le senior est le salarié le plus cher de l'équipe. Lors d'une pression sur la masse salariale, il est la cible évidente d'une optimisation budgétaire. L'argument présenté est toujours économique — "réorganisation", "évolution stratégique", "redimensionnement". La réalité est que le senior coûte cher et que son coût est visible, pendant que sa valeur est invisible. L'organisation arbitre systématiquement en faveur du visible contre l'invisible.

◆ MÉCANISME 4 — LE BURN-OUT PAR ACCUMULATION

Vingt ans d'astreinte, vingt ans d'incidents à 3h du matin, vingt ans de responsabilité sur des systèmes critiques sans que cette responsabilité soit reconnue à sa juste valeur — le senior qui ne part pas par la fenêtre économique part souvent par la fenêtre de l'épuisement. Ce burn-out n'est pas un événement soudain. C'est une accumulation silencieuse qui s'étale sur des années, dans une culture qui valorise la résistance à l'adversité sans jamais questionner la structure qui produit cette adversité. Ce mécanisme sera traité en détail dans l'Angle 4 — "Le Pager et le Corps".

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUI PEUT ÊTRE FAIT

RETENIR, TRANSMETTRE, RECONNAÎTRE

Il n'existe pas de solution miracle au problème de la perte de savoir tacite lors du départ d'un senior. Il existe des pratiques qui réduisent le risque — et des pratiques qui l'aggravent. La plupart des organisations appliquent les secondes sans s'en rendre compte.

◆ LEVIER 1 — LE BINÔMAGE STRUCTUREL SENIOR-JUNIOR

Le transfert de savoir tacite n'a qu'un seul vecteur efficace : le travail commun sur des problèmes réels. Un senior et un junior qui travaillent côte à côte sur les mêmes incidents pendant 12 à 18 mois transfèrent plus de savoir qu'une documentation intensive sur 3 mois avant le départ. Ce binômage doit être structurel — pas occasionnel, pas réservé aux moments de crise. Il doit être intégré dans l'organisation du travail comme une pratique permanente, pas comme une réponse d'urgence.

◆ LEVIER 2 — LE TEMPS D'EXPLORATION GARANTI

La désertification cognitive du senior est évitable si l'organisation garantit du temps d'exploration — du temps protégé, régulier, non interruptible par les incidents de production. 20% du temps de travail consacré à l'exploration technologique est une pratique documentée dans certaines organisations. Elle n'est pas courante en infrastructure. Elle devrait l'être — parce qu'un senior qui reste à jour est un senior qui reste pertinent, et un senior pertinent est un senior qu'on n'a pas de raison d'expulser.

◆ LEVIER 3 — LA RECONNAISSANCE FORMELLE DU SAVOIR TACITE

Le senior doit avoir un rôle formel qui reconnaît son savoir tacite et lui donne une légitimité organisationnelle indépendante de son niveau de maîtrise des technologies récentes. Des titres comme "architecte de référence", "expert technique de domaine" ou "référent infrastructure critique" ne sont pas des honneurs — ce sont des mécanismes de rétention et de valorisation qui rendent visible ce qui était invisible. Ils protègent aussi le senior des réorganisations qui réduisent l'expérience à un coût et ignorent la valeur.

◆ LEVIER 4 — LE PLAN DE DÉPART PRÉPARÉ À L'AVANCE

Chaque senior expérimenté devrait avoir, à tout moment, un plan de transmission documenté — non pas une passation de poste d'urgence, mais un processus continu de documentation et de transmission qui s'étale sur plusieurs années. Ce plan n'est pas une menace ("tu vas partir") — c'est une assurance organisationnelle ("quand tu partiras, qu'il soit dans 1 an ou dans 10, l'équipe ne sera pas aveugle"). Cette pratique est normale dans d'autres secteurs critiques. Elle est quasi-absente en infrastructure numérique.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

RENDRE VISIBLE CE QUI EST INVISIBLE

Le problème du Dernier Qui Sait est un problème de visibilité. Son savoir est réel mais invisible. Son coût est visible mais sa valeur ne l'est pas. La solution n'est pas technique — elle est organisationnelle et culturelle. Elle consiste à rendre visible ce qui est structurellement ignoré.

◆ MESURE 1 — CALCULER ET PUBLIER LE COÛT RÉEL DES DÉPARTS SENIORS

Chaque organisation devrait calculer, après chaque départ d'un senior expérimenté, le coût total de ce départ — recrutement du successeur, incidents allongés sur les 12 premiers mois, temps de formation et d'accompagnement du successeur, consultants externes mobilisés. Ce calcul, rendu visible à la direction et aux équipes RH, change le rapport coût/valeur du senior de façon radicale. Un senior à 80 000€ annuels dont le départ coûte 300 000€ à l'organisation n'est plus cher — il est sous-payé.

◆ MESURE 2 — INTÉGRER LE SAVOIR TACITE DANS LES RÉFÉRENTIELS DE COMPÉTENCES

Les référentiels de compétences utilisés pour les évaluations annuelles doivent intégrer des critères de savoir tacite : mémoire institutionnelle, capacité de diagnostic sur systèmes legacy, transmission aux juniors, résolution d'incidents hors runbook. Ces critères ne sont pas moins objectifs que la liste de certifications — ils demandent simplement un mode d'évaluation différent (observation en situation réelle, retour des pairs, historique d'incidents). Leur absence dans les référentiels actuels est un choix, pas une fatalité.

◆ MESURE 3 — CRÉER UN STATUT FORMEL DE "RÉFÉRENT INFRASTRUCTURE CRITIQUE"

Un statut formel reconnu par les conventions collectives, qui protège le senior contre les réorganisations au même titre que les représentants du personnel — non pas pour des raisons syndicales, mais pour des raisons de continuité de service. Ce statut est attribué sur critères objectifs (ancienneté, périmètre de responsabilité, systèmes critiques maîtrisés), révisable, et assorti d'une obligation de transmission documentée. Il rend le savoir tacite visible dans l'organigramme.

HUMAN

◆◆◆

Le Dernier Qui Sait part toujours un jour. La question n'est pas de l'empêcher de partir. C'est de s'assurer que quand il part, il n'est pas le dernier à savoir.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026 · DOCTRINE DE SÉCURITÉ NUMÉRIQUE

LA MAIN SUR LES NATIONS

Quand l'Infrastructure Numérique devient un Instrument de Puissance

CLOUD ACT · BYOK · CÂBLES SOUS-MARINS · ENCLAVES LOCALES · ULTIMATUM 8 SEPTEMBRE 2026

LEX

◆ LA THÈSE — FONCTIONNELLE, PAS INTENTIONNELLE

Quelle que soit l'intention initiale des hyperscalers — commerciale, stratégique ou géopolitique — l'effet est juridiquement et techniquement mesurable : les infrastructures numériques critiques de nations entières sont sous juridiction étrangère, soumises à des lois étrangères, et exploitées par des entités qui obéissent à un gouvernement étranger. Ce n'est pas un jugement d'intention. C'est un constat d'effet. Et l'effet se documente.

PAGES	WATERMARK	PRÉCÉDENTS	GRAPHES
8	LEX	4	0

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · CARTOGRAPHIE DE LA DÉPENDANCE — CHAQUE NŒUD CRITIQUE ET SON HYPERSCALER

LA VIE NUMÉRIQUE D'UNE NATION — SEPT COUCHES DE DÉPENDANCE DOCUMENTÉES

◆ MESSAGERIE & COLLABORATION

Gmail · Google Workspace · Microsoft 365 · Outlook — administrations publiques, entreprises, universités. Les deux soumis au CLOUD Act et à FISA §702. Les métadonnées (destinataires, heures, sujets) sont accessibles même chiffré.

◆ PAIEMENT & TRANSACTIONS

Stripe (AWS) · PayPal (Azure) · terminaux de paiement connectés à des clouds américains. Les infrastructures de traitement de paiement européennes utilisent massivement des clouds américains pour la conformité PCI-DSS et la détection de fraude.

◆ ADMINISTRATION PUBLIQUE

Programme Cloud au Centre (DINUM) · hôpitaux publics (Azure · AP-HP 2022) · universités (Google Workspace for Education · Microsoft 365 Education). L'argent public finance la dépendance documentée dans Le Cloud-Washing S3.

◆ SANTÉ CRITIQUE

Dossiers patients · imagerie médicale · systèmes de prescription hébergés sur Azure et AWS. Données de santé sous juridiction CLOUD Act — incompatibles avec le RGPD selon l'arrêt Schrems II (CJUE 2020).

◆ ÉNERGIE & INDUSTRIE

Systèmes SCADA connectés aux clouds pour la maintenance prédictive des réseaux électriques, des pipelines et des usines. Maintenance à distance = accès tiers aux systèmes de contrôle industriels critiques.

◆ TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les opérateurs télécoms (Orange, SFR, Deutsche Telekom) utilisent AWS/Azure pour leurs cœurs de réseau virtualisés (vRAN, 5G core). La virtualisation du réseau mobile sur cloud américain est une dépendance critique.

◆ LA COUCHE INVISIBLE — CÂBLES SOUS-MARINS ET CONCENTRATION BGP

Google possède plus de 30 systèmes de câbles sous-marins en fibre optique. Meta possède 2Africa (45 000 km). Amazon investit massivement dans des consortiums de câbles intercontinentaux. La dépendance numérique ne s'arrête pas au serveur — elle remonte aux tuyaux physiques planétaires. La concentration est préoccupante et croissante, même si la gouvernance des grands IXP (AMS-IX, DE-CIX) reste neutre.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE CLOUD ACT — ANATOMIE JURIDIQUE ET VULNÉRABILITÉ TECHNIQUE DU CHIFFREMENT

LE CHIFFREMENT NE PROTÈGE PAS — LE TUNNEL LIVRE EN CLAIR DANS L'USINE DU FOURNISSEUR

◆ LE TEXTE — CLARIFYING LAWFUL OVERSEAS USE OF DATA ACT (2018)

Le CLOUD Act permet aux autorités américaines de demander à toute entreprise américaine de livrer des données stockées n'importe où dans le monde — sans passer par les canaux diplomatiques traditionnels (MLAT). AWS, Google, Microsoft sont des entreprises américaines. Leurs filiales européennes restent soumises à cette loi via la maison mère. Le RGPD dit que les données des Européens sont protégées. Le CLOUD Act dit que les entreprises américaines doivent les livrer si demandé. La CJUE a tranché dans l'arrêt Schrems II (16 juillet 2020) : la surveillance américaine (FISA §702 · Executive Order 12333) est incompatible avec les droits fondamentaux européens. Le Privacy Shield a été invalidé. Son successeur (Data Privacy Framework, 2023) fait face aux mêmes critiques structurelles.

◆ L'ILLUSION DU BYOK — LE COFFRE-FORT DONT LE FABRICANT GARDE LES CLÉS DE MAINTENANCE

Pour qu'une donnée soit traitée — lue par une application, indexée par un algorithme — elle doit être déchiffrée en mémoire vive (RAM) sur le processeur de la machine. Ce processeur appartient à l'hyperscaler. Il est soumis au CLOUD Act. Le chiffrement protège la donnée au repos sur le disque. La donnée en cours de calcul est en clair dans la RAM d'un serveur américain. Le BYOK est un tunnel sécurisé qui livre les marchandises en clair directement dans l'usine du fournisseur. Tant que la puce physique appartient à un tiers soumis au CLOUD Act, la souveraineté sur la donnée est inexistante au moment du calcul. Et Intel ME / AMD PSP (documentés dans La Boîte Noire Matérielle, 4p) sont des sous-processeurs non auditables, actifs serveur éteint, soumis au droit américain.

◆ SCHREMS II — LA JURIDICTION EUROPÉENNE QUI DIT CE QUE LE CORPUS DIT

L'arrêt Schrems II (CJUE C-311/18, 16 juillet 2020) est l'argument juridique le plus fort disponible : une cour européenne a invalidé un accord transatlantique précisément parce que la surveillance américaine est structurellement incompatible avec les droits fondamentaux européens. Ce n'est pas un audit technique privé. C'est une décision de la plus haute juridiction de l'Union Européenne.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

QUATRE PRÉCÉDENTS DOCUMENTÉS — L'INFRASTRUCTURE NUMÉRIQUE COMME LEVIER DE PUISSANCE

◆ PRÉCÉDENT 1 · HUAWEI / GOOGLE (2019) — LE LEVIER LOGICIEL

En mai 2019, le gouvernement américain inscrit Huawei sur sa liste d'entités restreintes. Google suspend les services Android (Google Play, Gmail, Maps) pour les nouveaux appareils Huawei sur ordre gouvernemental. En 90 jours, le deuxième fabricant de smartphones mondial perd l'accès à l'écosystème applicatif dominant. Ce n'est pas un scénario hypothétique — c'est une décision exécutive documentée. Toute organisation dont les outils critiques dépendent d'un écosystème américain est exposée à la même décision.

◆ PRÉCÉDENT 2 · RUSSIE / SWIFT & VISA/MASTERCARD (2022) — LE LEVIER FINANCIER

En mars 2022, Visa et Mastercard suspendent leurs opérations en Russie dans les 48 heures suivant les sanctions. Les systèmes de paiement par carte — infrastructure critique du commerce quotidien — sont coupés par une décision privée d'entreprises américaines. La dépendance à une infrastructure de paiement étrangère s'est révélée être un levier de paralysie économique immédiate.

◆ PRÉCÉDENT 3 · TSMC / SANCTIONS (2020-2023) — LE LEVIER MATÉRIEL

Les restrictions d'exportation américaines (EAR) ont progressivement coupé l'accès de la Chine aux puces avancées fabriquées par TSMC et aux équipements ASML. Documenté dans Le Goulot de Taïwan (6p). La chaîne d'approvisionnement en semiconducteurs est un levier géopolitique — celui qui contrôle la fabrication des puces contrôle la capacité industrielle des nations.

◆ PRÉCÉDENT 4 · SCHREMS II / PRIVACY SHIELD (2020) — LE LEVIER JURIDIQUE

L'invalidation du Privacy Shield par la CJUE démontre que les accords politiques de protection des données sont structurellement insuffisants face aux lois de surveillance américaines. Son successeur (Data Privacy Framework, 2023) fait face aux mêmes critiques. La dépendance juridique n'est pas résolue par des accords diplomatiques — elle exige une indépendance infrastructurelle réelle.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · SOUVERAINETÉ DE FAIT VS DE DROIT — LE PIÈGE DES ENCLAVES LOCALES

BLEU · S3NS · SECNUMCLOUD — LE LABEL NE PROTÈGE PAS SI LE CODE SOURCE OBÉIT À UN AUTRE GOUVERNEMENT

◆ LA RÉPONSE DES HYPERSCALERS — LES ENCLAVES LOCALES

Face à la pression réglementaire européenne, les hyperscalers ont créé des structures juridiques locales. Bleu (Microsoft + Orange + Capgemini) · S3NS (Google + Thales). Ces entités opèrent des serveurs physiquement en France, avec du personnel français, sous droit français. Leur communication : 'Vous êtes souverains.' C'est vrai sur le plan juridique de l'entité. C'est faux sur le plan technique du code.

◆ LE FLUX DE MAINTENANCE — L'EXTENSION LOGIQUE DÉPORTÉE

Même si les serveurs sont isolés géographiquement et opérés par du personnel local, le catalogue de services cloud et le code des orchestrateurs (hyperviseur, scheduler, gestion des identités) dépendent d'un flux continu de code, de correctifs de sécurité, et de télémétrie provenant de l'éditeur américain — Microsoft ou Google.

L'infrastructure locale est une extension logique déportée. Elle obéit au code source. En cas de crise géopolitique majeure : 1) l'arrêt des mises à jour de sécurité rend la plateforme vulnérable · 2) l'arrêt du flux de licence désactive les services. La souveraineté de droit s'effondre devant le monopole du code source.

◆ LE PARADOXE SECNUMCLOUD — LA QUALIFICATION QUI NE RÉSOUT PAS LE FOND

La qualification SecNumCloud exige une immunité aux lois extraterritoriales. Aucun hyperscaler américain ne peut garantir l'immunité au CLOUD Act pour ses entités filles tant que la maison mère reste américaine. Microsoft peut créer Bleu — Microsoft Corporation reste soumise au CLOUD Act. C'est le paradoxe Cloud Souverain (physique ✓ / juridique ✗) documenté dans Le Cloud-Washing — appliqué à l'échelle nationale.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · L'ULTIMATUM DU 8 SEPTEMBRE 2026 — CGV §14.12 COMME OUTIL DE SAUVEGARDE NATIONALE

LE DROIT DE RÉSILIATION SOUS 24H — L'ÉQUIVALENT NUMÉRIQUE D'UN DROIT DE VETO STRATÉGIQUE

◆ LES QUATRE DEMANDES — RELUES SOUS L'ANGLE SOUVERAIN

L'ultimatum du 8 septembre 2026 pose quatre demandes à AWS, GCP et Azure. Sous l'angle technique et financier : du FinOps. Sous l'angle géopolitique : des mesures de sécurité nationale d'urgence.

1 · Commits résiliables : un État dont les infrastructures numériques sont engagées sur 3 à 5 ans sans sortie possible n'a pas de liberté de manœuvre diplomatique. L'engagement pluriannuel non résiliable est l'équivalent d'une dette souveraine sur une infrastructure critique.

2 · Suppression des egress fees : le coût de sortie sur les données est une rançon qui pénalise la migration vers l'indépendance. Pour une administration publique, c'est de l'argent du contribuable versé pour rester captif.

3 · Portabilité des données garantie : sans portabilité technique réelle, le changement de fournisseur est théoriquement possible et pratiquement impossible.

4 · Clarification de la position CLOUD Act : une organisation publique européenne doit savoir si, en cas de demande américaine, son fournisseur livrera ses données. L'ambiguïté délibérée est inacceptable pour une administration publique.

◆ LA LIBERTÉ DE RÉSILIER EST LA LIBERTÉ DE NÉGOCIER

Une organisation qui peut résilier sous 24h sans pénalité majeure négocie différemment de celle qui est engagée sur 5 ans. La capacité de résiliation est un outil d'équilibre — elle rétablit la symétrie contractuelle que CGV §14.12 a délibérément supprimée.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES EXIGENCES DE LA SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE — QUATRE PILIERS

BARE-METAL NATIONAL · JURIDICTION · COMPÉTENCES NEUTRES · CODE OUVERT

◆ PILIER I · BARE-METAL NATIONAL

Serveurs physiques sur le sol national, sous juridiction nationale, avec du matériel auditable. Le Refurbished Grade A (cf. Le Refurbished Stratégique, 4p) : des puces déjà fabriquées, indépendantes de la production future TSMC.

◆ PILIER 2 · JURIDICTION NATIONALE

Les données des administrations publiques doivent être traitées par des entités soumises exclusivement au droit national ou européen. L'arrêt Schrems II est la référence juridique. SecNumCloud strict est le label de référence.

◆ PILIER 3 · COMPÉTENCES NEUTRES

Réhabiliter les titres d'Ingénieur Infrastructure, Administrateur Systèmes et Ingénieur Réseau. Financer des formations sur des fondamentaux neutres (Linux Foundation, Red Hat, CompTIA) plutôt que des certifications hyperscaler. Inverser la boucle documentée dans La Novlangue (12p).

◆ PILIER 4 · CODE OUVERT ET AUDITABLE

Les infrastructures critiques doivent reposer sur des logiciels dont le code source est auditable — OpenStack, Kubernetes, PostgreSQL, Linux — pas sur des orchestrateurs dont le code est mis à jour unilatéralement depuis Seattle. L'auditabilité du code est la condition de la confiance technique.

◆ CE QUE LA SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE N'EST PAS

La souveraineté numérique n'est pas le rejet de la technologie américaine. C'est la capacité de s'en passer si nécessaire — comme la dissuasion n'a pas pour objectif de déclencher une guerre, mais d'éviter d'en subir une. Une nation qui peut migrer ses infrastructures critiques en 90 jours négocie différemment de celle qui ne le peut pas en 5 ans.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

CLÔTURE · LA REALPOLITIK DES RAPPORTS DE FORCE TECHNOLOGIQUES

CE N'EST PAS UN COMPLOT — C'EST UNE POSITION DE FORCE. ET UNE POSITION DE FORCE S'UTILISE.

Les quatre précédents documentés — Huawei, SWIFT, TSMC, Schrems II — ne sont pas des accidents. Ils démontrent que les infrastructures numériques sont des leviers de puissance au même titre que les ressources énergétiques ou les capacités militaires. Celui qui contrôle l'infrastructure contrôle la dépendance. Et la dépendance contraint les choix.

La réponse est dans le vocabulaire de l'ingénierie. Des serveurs physiques sous juridiction nationale. Du code auditable. Des compétences neutres. Des engagements résiliables. Ces quatre conditions sont documentées, finançables, et techniquement réalisables.

Le corpus Opération Dindon — soixante-quatre études structurelles — est la documentation. L'ultimatum du 8 septembre 2026 est la demande. La réponse d'AWS, GCP et Azure est la variable inconnue.

Quelle que soit l'intention initiale —

l'effet est juridiquement et techniquement mesurable.

Une nation dont les infrastructures critiques obéissent

à une loi étrangère n'est pas souveraine.

Ce n'est pas un jugement. C'est un constat.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

CC BY-NC-SA 4.0

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE III

DOSSIER JURIDIQUE

10 pièces

HUMAN

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026 · PSYCHOLOGIE COGNITIVE

L'ARCHITECTURE DU CONSENTEMENT

Comment les Hyperscalers Exploitent les Biais Cognitifs à Chaque Couche de la Perdition

◆ LA THÈSE CENTRALE

Les hyperscalers n'ont pas seulement construit des mécanismes de lock-in technique. Ils ont — consciemment ou non — construit des environnements qui exploitent des biais cognitifs documentés par 70 ans de recherche en psychologie et en économie comportementale. Ces biais ne sont pas des défauts individuels : ce sont des heuristiques universelles qui deviennent contre-productives dans des environnements spécifiquement conçus pour les instrumentaliser. Chaque couche de la perdition numérique a un correspondant dans la littérature scientifique. Cette étude les cartographie — et propose les contre-heuristiques pour en sortir.

PAGES	BIAIS	WATERMARK	NUDGES
8	12	HUMAN DOMINANT	4

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

HUMAN

I

SECTION 1 · L'AMORCE — RÉCIPROCITÉ ET ENGAGEMENT IDENTITAIRE PAR LA CERTIFICATION

CIALDINI 1984 · JOULE & BEAUVOIS 1987 — LE FREE TIER N'EST PAS DE LA GÉNÉROSITÉ · C'EST UNE DETTE PSYCHOLOGIQUE

◆ LE BIAIS DE RÉCIPROCITÉ — CIALDINI, INFLUENCE, 1984

Une faveur reçue crée une obligation psychologique de retour — même disproportionnée. Ce mécanisme est documenté dans toutes les cultures humaines par Cialdini (1984) : le bénéficiaire d'un don ressent une pression sociale et psychologique à rendre, même si le retour attendu est d'une valeur sans commune mesure avec le don initial.

AWS Educate offre 750 heures de EC2 et 100$ de crédit à l'étudiant. L'étudiant perçoit ce geste comme une faveur — il se sent redevable à l'écosystème AWS pour sa formation et sa carrière naissante. Quand il entre en entreprise, il recommande AWS — non pas parce que c'est objectivement le meilleur choix, mais parce que la réciprocité est activée depuis l'université. Le Free Tier n'est pas du marketing — c'est un investissement dans la réciprocité future.

◆ L'ENGAGEMENT IDENTITAIRE PAR LA CERTIFICATION — JOULE & BEAUVOIS, 1987

La théorie de l'engagement (Joule & Beauvois, 1987) démontre qu'un individu est psychologiquement lié aux actes qu'il a librement accomplis. Obtenir une certification AWS Solutions Architect exige des mois de révision intensive, le paiement d'un examen et un investissement personnel profond.

Une fois certifié, l'ingénieur ne perçoit plus AWS comme un outil interchangeable. La certification a modifié son identité professionnelle — il est un 'AWS Architect', pas un 'architecte infrastructure.' Défendre une alternative souveraine devient une menace existentielle à son capital de compétences durement acquis, validée par le sabotage algorithmique des ATS documenté dans La Novlangue (12p). Cet engagement identitaire est plus profond que le Sunk Cost : il n'est pas financier — il est ontologique.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · L'INGÉNIERIE — EFFET IKEA · DUNNING-KRUGER · BIAIS DE PROPORTIONNALITÉ

LA BOUCLE DE L'AUTO-RENFORCEMENT COGNITIF — PLUS C'EST COMPLEXE, PLUS ON Y CROIT

◆ L'EFFET IKEA — Norton, Mochon & Ariely, Journal of Consumer Psychology, 2012

Les individus surévaluent systématiquement ce qu'ils ont eux-mêmes construit, indépendamment de la qualité objective. Une architecture cloud complexe construite par l'équipe interne sur 5 ans — Lambda + DynamoDB + API Gateway + SQS + Cognito + CloudFront — est perçue comme irremplaçable et sophistiquée, non pas parce qu'elle est techniquement supérieure, mais parce que l'équipe l'a construite. L'Effet IKEA crée une résistance émotionnelle à la migration qui n'a rien à voir avec le TCO réel.

◆ L'EFFET DUNNING-KRUGER DU SCRIPT IaC — Kruger & Dunning, JPSP, 1999

L'effet Dunning-Kruger démontre que les personnes les moins compétentes dans un domaine surévaluent massivement leur maîtrise. Le merge DevOps et l'IaC donnent au développeur l'illusion parfaite qu'écrire 20 lignes de HCL équivaut à maîtriser l'infrastructure. Il ne voit pas les tables ARP, les segments réseau, les inodes, le MCO — parce qu'il croit les maîtriser via le script. Il ne voit pas le piège du lock-in parce qu'il croit dompter la machine. L'incompétence de couches basses est invisible à celui qui en souffre — c'est précisément la définition de Dunning-Kruger.

◆ LA BOUCLE DE L'AUTO-RENFORCEMENT — BIAIS DE PROPORTIONNALITÉ (Rao & Monroe, 1989)

La tendance à percevoir la qualité proportionnellement à la complexité et au coût. Une architecture cloud qui empile 6 services managés est perçue comme 'enterprise-grade' et professionnelle — précisément parce qu'elle est complexe. Un serveur bare-metal simple et fiable est perçu comme 'artisanal.' La complexité artificielle des hyperscalers est un signal de qualité perçue — plus l'architecture est illisible, plus elle semble sérieuse. La boucle : complexité → satisfaction dopaminergique → surévaluation IKEA → résistance au démontage → plus de complexité.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE PIÈGE SÉMANTIQUE — DISPONIBILITÉ · HALO · CONTAGION SOCIALE

KAHNEMAN 1973 · THORNDIKE 1920 · CHRISTAKIS & FOWLER 2009 — LA NOVLANGUE COMME ARCHITECTURE DE PERCEPTION

◆ L'HEURISTIQUE DE DISPONIBILITÉ — Tversky & Kahneman, Cognitive Psychology, 1973

Les décisions sont influencées par la facilité avec laquelle des exemples viennent à l'esprit. 'Serverless', 'Cloud-Native', 'IA', 'Digital Transformation' sont omniprésents dans les conférences, LinkedIn, les médias tech et les rapports Gartner. Leur disponibilité cognitive les rend perçus comme normatifs — ce que tout le monde fait, ce qui est moderne. L'alternative bare-metal n'a pas de conférence AWS re:Invent. Elle n'a pas de couverture LinkedIn. Elle est cognitivement peu disponible — donc perçue comme marginale, même quand elle est techniquement supérieure.

◆ L'EFFET DE HALO — Thorndike, Journal of Applied Psychology, 1920

Une caractéristique positive projette une aura positive sur des domaines non liés. Google = moteur de recherche brillant → Google Cloud = forcément excellent. Amazon = logistique mondiale → AWS = infrastructure de référence. Le prestige de la marque remplace l'évaluation technique. Le CODIR qui a commandé sur Amazon Prime perçoit AWS différemment de celui qui n'a jamais utilisé que des services AWS d'infrastructure. L'effet de halo est le raccourci cognitif qui évite l'évaluation objective.

◆ LA CONTAGION SOCIALE DE LA HYPE — Christakis & Fowler, Connected, 2009

Christakis & Fowler ont documenté que les comportements, opinions et émotions se propagent dans les réseaux sociaux jusqu'à 3 degrés de séparation. Quand tous les CTOs de la place de Paris adoptent AWS et en parlent sur LinkedIn, cette adoption se propage à leurs réseaux comme une norme comportementale. Celui qui résiste est perçu comme un outlier — pas comme un ingénieur rigoureux. La pression de contagion sociale remplace le jugement technique individuel. Ce mécanisme explique la vitesse d'adoption de la 'Machine Mystique' (IA cloud) en 2023-2024 : pas une décision rationnelle — une contagion sociale accélérée.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

FESTINGER 1957 · JANIS 1972 · THALER & SUNSTEIN 2008 — LE CHOIX PAR DÉFAUT COMME DILUTION DE RESPONSABILITÉ

◆ SUNK COST + DISSONANCE COGNITIVE — Kahneman & Tversky 1979 · Festinger 1957

Le Sunk Cost Fallacy (documenté dans L'Échantillon Gratuit S4) pousse à continuer un engagement parce qu'on a déjà investi — même quand c'est irrationnel. La dissonance cognitive (Festinger, 1957) ajoute une couche : quand une nouvelle information entre en conflit avec un comportement passé, l'individu préfère rejeter l'information plutôt que reconnaître l'erreur. Le DSI qui a évangélisé le cloud 5 ans ne peut pas intégrer les données du corpus — elles créent une dissonance insupportable. Il ne les rejette pas parce qu'il est incompétent : il les rejette parce que les accepter menacerait sa cohérence psychologique.

◆ LE DEFAULT EFFECT COMME DILUTION DE RESPONSABILITÉ — Thaler & Sunstein 2008 · Darley & Latané 1968

L'option par défaut est choisie parce qu'elle évite l'effort de décision (Thaler & Sunstein, 2008). Les frameworks modernes (Next.js, Spring Boot) et les documentations proposent un déploiement cloud managé comme configuration par défaut. Le lock-in s'installe sans décision délibérée — par friction différentielle entre l'option propriétaire (zéro effort) et l'option neutre (effort d'ingénierie).

Mais la dimension la plus profonde est celle de la diffusion de responsabilité (Darley & Latané, 1968) : choisir l'option par défaut AWS + Gartner + McKinsey dilue la responsabilité individuelle à zéro. Le décideur se dit inconsciemment : 'Si je choisis l'option recommandée par tous, on ne pourra pas me reprocher une panne.' Choisir du Bare-Metal sur mesure = responsabilité individuelle totale. C'est une stratégie inconsciente de protection de carrière autant qu'un mécanisme cognitif.

◆ PENSÉE DE GROUPE — Janis, Victims of Groupthink, 1972

Dans un groupe cohésif sous pression, la pensée critique est supprimée au profit du consensus. Quand tous les CTOs vont sur AWS, celui qui propose du Bare-Metal est perçu comme aberrant — pas comme un ingénieur rigoureux. La pression de conformité remplace le jugement technique. La pensée de groupe ne nécessite pas de mauvaise intention — elle opère mécaniquement dès que le consensus est perçu comme la norme.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LES VERROUS PROFONDS — AVERSION À LA PERTE · NORMALCY BIAS · STATU QUO

KAHNEMAN & TVERSKY 1979 · OMER & ALON 1994 · SAMUELSON 1988 — LES BIAIS QUI RENDENT L'INACTION PRÉFÉRABLE À L'ACTION

◆ L'AVERSION À LA PERTE — Kahneman & Tversky, Econometrica, 1979

La douleur d'une perte est psychologiquement deux fois plus intense que le plaisir d'un gain équivalent. 'Ne pas manquer de capacité cloud' est perçu comme plus urgent que 'payer deux fois moins.' Les organisations sur-provisionnent massivement sur le cloud — et ne calculent jamais ce qu'un bare-metal bien dimensionné coûterait — parce que le risque de pénurie est ressenti plus fortement que le coût de l'excès. Les hyperscalers exploitent ce biais avec la tarification Pay-as-you-go : 'Vous ne payez que ce que vous consommez' cache 'Vous ne savez jamais combien vous allez payer.'

◆ LE BIAIS DE NORMALITÉ (NORMALCY BIAS) — Omer & Alon, 1994

La tendance à sous-estimer la probabilité et l'impact d'événements rares mais catastrophiques. Un blocus de Taïwan, une activation du CLOUD Act sur des données sensibles, un outage AWS régional de 24 heures — tous improbables individuellement, tous avec des précédents documentés (Le Goulot de Taïwan · La Main sur les Nations). Le normalcy bias explique pourquoi les organisations ne construisent pas de plans de continuité sans cloud : 'ça n'arrivera pas chez nous.' C'est le complément psychologique du Goulot de Taïwan — le mécanisme cognitif qui rend le risque géopolitique théorique même quand il est documenté.

◆ LE BIAIS DE STATU QUO — Samuelson & Zeckhauser, Journal of Risk and Uncertainty, 1988

La préférence pour l'état actuel des choses, même quand le changement serait bénéfique. Une fois que les équipes infra ont été dissoutes (NoOps), personne ne propose de les recréer — non pas parce que c'est irrationnel, mais parce que le statu quo a une inertie psychologique propre. La douleur anticipée du changement (reconstituer des compétences, reconstruire des équipes, justifier le coût) est surestimée par rapport aux bénéfices futurs — exactement comme l'aversion à la perte, mais appliqué à l'organisation entière.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES NUDGES DE LIBÉRATION — QUATRE CONTRE-HEURISTIQUES OPÉRATIONNELLES

RETOURNER LES BIAIS CONTRE EUX-MÊMES — DE L'AUDIT À L'ACTION

◆ NUDGE 1 · INVERSER L'AVERSION À LA PERTE — TVERSKY & KAHNEMAN, SCIENCE, 1981 (REFRAMING)

Ne pas promettre un gain futur abstrait (la souveraineté) — montrer une perte immédiate et chiffrable. Le recadrage cognitif (reframing, Tversky & Kahneman 1981) démontre que la même décision présentée comme 'perte évitée' plutôt que 'gain obtenu' produit des réponses décisionnelles radicalement différentes.

APPLICATION : Calculer les egress fees cumulés sur 10 ans avec les données de facturation existantes. Montrer le coût de la rançon de sortie actuelle. Présenter le Bare-Metal non comme 'retour en arrière' mais comme 'élimination d'une perte récurrente documentée.' Dropbox a économisé 75 millions de dollars sur 2 ans en rapatriant ses serveurs (2017, documenté publiquement). Basecamp économise plus d'1,5 million de dollars par an depuis son exit du cloud (2023, David Heinemeier Hansson). Ce ne sont pas des exceptions — ce sont des décisions d'optimisation de marge industrielle de pointe.

◆ NUDGE 2 · LA NARRATION DE SORTIE SANS PERTE DE FACE

La décision de 2019 était correcte avec les informations de 2019. Les informations de 2026 sont différentes — CLOUD Act clarifié, egress fees documentés, risque TSMC identifié, Schrems II publié. Réviser sa position à la lumière de nouvelles données n'est pas une capitulation — c'est la définition de la bonne gestion. Cette narration désactive la dissonance cognitive en transformant le changement de position en acte de compétence managériale plutôt qu'en aveu d'erreur.

◆ NUDGES 3 & 4 · CONFORMITÉ INVERSÉE + DISPONIBILITÉ ALTERNATIVE

NUDGE 3 — CONFORMITÉ INVERSÉE : montrer que Dropbox, Basecamp, et des dizaines d'organisations rentables ont quitté le cloud. Le retour au Bare-Metal devient une marque de distinction et de maturité, pas un retard. Retourner la contagion sociale dans le sens de la souveraineté — si les leaders de la rentabilité tech le font, c'est la nouvelle norme.

NUDGE 4 — RENDRE L'ALTERNATIVE DISPONIBLE COGNITIVEMENT : le corpus Opération Dindon est la réponse à l'heuristique de disponibilité. Soixante-quatre études structurelles = soixante-quatre fois que l'alternative souveraine est rendue cognitive disponible. Chaque étude publiée augmente la disponibilité cognitive de la bifurcation.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

CLÔTURE · SYSTÈME 1, SYSTÈME 2 — LA THÈSE UNIFICATRICE

KAHNEMAN, THINKING FAST AND SLOW, 2011 — CHAQUE COUCHE A ÉTÉ CONÇUE POUR LE SYSTÈME 1

Kahneman distingue deux systèmes de pensée : le Système 1 (rapide, intuitif, heuristique — opère sans effort) et le Système 2 (lent, délibéré, analytique — exige un effort cognitif conscient). Les hyperscalers ont conçu leur parcours d'acquisition pour maximiser le Système 1 à chaque point de friction : le Free Tier s'active sans réflexion, l'option par défaut s'accepte sans délibération, la novlangue se reçoit comme évidence, la hype IA se propage par contagion sociale.

Le Système 2 — la lecture des CGV, le calcul du TCO réel, la question architecturale 'hors AWS sans réécriture ?', l'identification de la diffusion de responsabilité dans le Default Effect — exige un effort délibéré que le parcours d'acquisition a été conçu pour ne jamais déclencher. C'est la thèse unificatrice du corpus : les 64 études d'Opération Dindon font le travail du Système 2 à la place du décideur. Elles rendent visible ce que les biais rendent invisible.

Ces biais ne sont pas des défauts — ils ont été instrumentalisés.

Ce ne sont pas des faiblesses individuelles — ce sont des heuristiques universelles

placées dans des environnements conçus pour les rendre contre-productives.

La résistance n'est pas de la méfiance — c'est du Système 2.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

CC BY-NC-SA 4.0

ANALYSE JURIDIQUE · DOCUMENT PUBLIC

CONDITIONS CONTRACTUELLES MICROSOFT AZURE

Architecture de Dispersion vs Droit Français

Contrairement à AWS et GCP, Microsoft Azure ne dispose pas d'un document contractuel unique. Ses conditions s'articulent en six couches distinctes qui se renvoient mutuellement — et se modifient chaque mois. La fragmentation elle-même est l'infraction.

6	**12**	**122**	**0**
COUCHES DOCUMENTAIRES	MISES À JOUR/AN (PRODUCT TERMS)	PAGES (PRODUCT TERMS JAN. 2026)	PROCÉDURE EN COURS

SOURCES ANALYSÉES

- ◆ Microsoft Online Subscription Agreement (MOSA) · mars 2019
- ◆ Product Terms MOSA · French (Europe) · 1er janvier 2026 · 122 p.
- ◆ Product Terms MOSA · French (Europe) · 1er avril 2026 · 122 p.
- ◆ Microsoft Azure Legal Information · avril 2023
- ◆ Product Terms MOSA · French (Europe) · 1er février 2026 · 122 p.
- ◆ Product Terms MOSA · French (Europe) · 1er juin 2026 · 120 p.

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971
Destiné à l'interpellation de la DGCCRF · CNIL · ARCEP

DÉCOUVERTE FONDAMENTALE · STRUCTURELLE

L'ARCHITECTURE DE DISPERSION — CE QUE MICROSOFT FAIT DIFFÉREMMENT

Microsoft Azure · Analyse comparative des pratiques contractuelles · Juin 2026

⚠ CONSTAT FONDAMENTAL — DIFFÉRENT D'AWS ET GCP

AWS et GCP publient des documents contractuels uniques, datés, publiquement accessibles et comparables version par version. Microsoft Azure adopte une stratégie radicalement différente : ses conditions contractuelles sont fragmentées en **SIX COUCHES DISTINCTES** qui se renvoient mutuellement par référence. Aucun client ne peut lire "son contrat Azure" parce qu'il n'existe pas en un seul endroit. Les Product Terms — la couche la plus volumineuse — sont mis à jour **TOUS LES MOIS** sans notification individuelle aux clients. Ce n'est pas de la maladresse documentaire : c'est une architecture qui produit trois effets juridiques précis et délibérés.

◆ LES SIX COUCHES CONTRACTUELLES AZURE

CRITIQUE · ILLISIBILITÉ STRUCTURELLE

COUCHE 1 · MICROSOFT ONLINE SUBSCRIPTION AGREEMENT (MOSA) · MARS 2019
Contrat-cadre. Définit les droits d'utilisation, modalités de paiement, résiliation, responsabilité. Gouverné par le droit de l'État de Washington (USA). **Jamais mis à jour depuis 2019.**

COUCHE 2 · PRODUCT TERMS · MIS À JOUR LE 1ER DE CHAQUE MOIS
122 pages. Contient les conditions d'utilisation par produit, les droits d'utilisation Azure, les Blocs de Capacité, les Réservations, les clauses IA. **Incorporé par référence dans le MOSA.** Modifiable unilatéralement par Microsoft chaque mois.

COUCHE 3 · DATA PROTECTION ADDENDUM (DPA)
Obligations de traitement des données. Renvoi vers Privacy and Security Terms (section distincte des Product Terms). **Renvoi en cascade.**

COUCHE 4 · SERVICE LEVEL AGREEMENTS (SLA)
Un document par service Azure. Non consolidés. Référencés dans le MOSA Section 4.a. **Modifiables unilatéralement.**

COUCHE 5 · OFFER DETAILS / DÉTAILS DE L'OFFRE
Conditions tarifaires. Publiées sur le portail Azure. **Ordre de priorité : MOSA > Product Terms > Offer Details.**

COUCHE 6 · PREVIEW SUPPLEMENTAL TERMS
Conditions spécifiques aux services en Preview (beta). Excluent les SLA et garanties limitées. Modifiables sans préavis.

◆ EFFET JURIDIQUE DE LA FRAGMENTATION

CODE CIVIL ART. 1119 : les conditions générales ne sont opposables que si elles ont été portées à la connaissance de l'autre partie. Un contrat défini par référence à six documents dont certains n'existaient pas encore à la signature et d'autres se modifient chaque mois ne satisfait pas à cette exigence. **DATA ACT (UE 2023/2854) ART. 23** : les contrats cloud doivent être rédigés de façon lisible et compréhensible. Six couches avec 608 renvois croisés ne satisfont pas au critère de lisibilité. **LOI TOUBON ART. 5** : le contrat doit être en français — mais lequel des six documents constitue "le contrat" ?

◆ CONSTAT COMPARATIF · AZURE VS AWS VS GCP

CRITIQUE · STRATÉGIE DISTINCTE

AWS affiche explicitement sa clause de substitution sur chaque page — illégal, mais documenté. GCP cache sa clause de substitution en section 14.18 avec 4 ans de retard — illégal et dissimulé. **MICROSOFT AZURE FRAGMENTE** — il n'y a pas de clause de substitution identifiable parce qu'il n'y a pas de document unique à comparer. La stratégie est plus sophistiquée et produit le même effet : le client ne peut pas lire, comprendre ou contester son contrat dans sa globalité.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLAUSES CRITIQUES · MODIFICATIONS UNILATÉRALES

MODIFICATION MENSUELLE DES CONDITIONS · BLOCS DE CAPACITÉ · RÉSERVATIONS

◆ CLAUSE 1 · MODIFICATION MENSUELLE DES PRODUCT TERMS

CRITIQUE · SANS ÉQUIVALENT AWS / GCP

📄 **PRODUCT TERMS · INTRODUCTION (TOUTES VERSIONS) :**

> *"Cette copie des Conditions relatives aux Produits a été téléchargée à partir de https://www.microsoft.com/licensing/terms pour la date et le programme indiqués sur la page de titre. [...] Les mises à jour que Microsoft apporte de temps à autre aux Droits d'utilisation s'appliquent au Client comme indiqué dans le contrat du Client."*

📄 **MOSA · SECTION 2.D.(I) — RENOUVELLEMENT :**

> *"Upon renewal of your Subscription, this agreement will terminate, and your Subscription will thereafter be governed, by the terms and conditions set forth in the Portal on the date on which your Subscription is renewed."*

◆ VIOLATION CARACTÉRISÉE · MODIFICATION UNILATÉRALE SANS CONSENTEMENT

Les Product Terms (122 pages) peuvent être modifiés par Microsoft chaque 1er du mois. Entre janvier et juin 2026 : **322 lignes supprimées, 286 lignes ajoutées** (delta mesuré sur les quatre versions disponibles). Le MOSA prévoit que ces modifications s'appliquent automatiquement au renouvellement. **Code Civil art. 1193** : les contrats ne peuvent être modifiés que du consentement mutuel des parties — clause nulle. **Code Civil art. 1171** : déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion = réputé non écrit. **Code Commerce L.442-1** : pratique commerciale abusive.

◆ CLAUSE 2 · BLOCS DE CAPACITÉ AZURE · PRODUCT TERMS — SECTION MICROSOFT AZURE

CRITIQUE · IDENTIQUE AWS S.5.5 · AJOUTÉ EN JUIN 2026

📄 **PRODUCT TERMS · JUIN 2026 · SECTION MICROSOFT AZURE :**

> *"Les BLOCS DE CAPACITÉ AZURE ne sont ni annulables ni remboursables, et les Clients ne recevront ni remboursement ni crédit pour toute partie inutilisée d'un Bloc de Capacité Azure. [...] À l'expiration d'un Bloc de Capacité Azure, le Client est expulsé de la capacité applicable et Microsoft interrompt ou suspend l'utilisation par le Client des services Microsoft Azure concernés."*

📋 **HISTORIQUE DE L'INTRODUCTION :**

> *La synthèse des modifications du 1er juin 2026 indique : "Ajout de nouvelles conditions pour les Blocs de Capacité Azure." et "Ajout d'une définition des Blocs de Capacité Azure" au Glossaire. Ces clauses n'existaient pas dans les Product Terms de janvier, février et avril 2026. Elles ont été introduites unilatéralement en juin 2026 sans notification individuelle aux clients.*

◆ IDENTIQUE AU S.5.5 AWS · VIOLATION IDENTIQUE · ABSENCE DE PRORATA

La clause Blocs de Capacité d'Azure est substantiellement identique à la Section 5.5 d'AWS — non annulables, non remboursables, résiliation unilatérale sans préavis en fin de période. Mais contrairement à AWS (qui prévoit un remboursement prorata si AWS résilie sans motif), Azure ne prévoit aucune exception. **Code Civil art. 1217 · Code Conso L.212-1 · Arrêt Chronopost 1996**. De plus, cette clause a été introduite par voie de modification unilatérale mensuelle — sans accord du client.

◆ CLAUSE 3 · RÉSERVATIONS AZURE · PRODUCT TERMS — SECTION MICROSOFT AZURE

CRITIQUE · FRAIS DE RÉSILIATION 12 %

📄 **PRODUCT TERMS · SECTION RÉSERVATIONS AZURE :**

> *"Le Client ne sera pas remboursé du paiement (payé ou programmé) pour les réservations Azure non utilisées. [...] Option Annuler : permet au Client de recevoir un remboursement proportionnel basé sur une durée de réservation Azure restante moins des frais de résiliation anticipée (actuellement 12 %) et sous réserve d'une limite d'annulation fixée par Microsoft (actuellement 50 000 $ par an)."*

◆ FRAIS DE RÉSILIATION ANTICIPÉE + PLAFOND ANNUEL · DOUBLEMENT RESTRICTIF VS AWS

Azure impose des frais de résiliation anticipée de 12 % — mécanisme absent chez AWS (qui prévoit un remboursement prorata sans pénalité). De plus, Microsoft se réserve le droit de modifier ce pourcentage ("actuellement 12 %") unilatéralement via les Product Terms mensuels. Le plafond de 50 000 $/an crée une asymétrie supplémentaire pour les grands comptes. **Code Civil art. 1171 · Code Conso R.212-2 (7°) · Data Act art. 25.**

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLAUSES CRITIQUES · MODIFICATIONS UNILATÉRALES

MODIFICATION MENSUELLE DES CONDITIONS · BLOCS DE CAPACITÉ · RÉSERVATIONS

◆ CLAUSE 4 · PLAN D'ÉCONOMIES SUR LES CALCULS AZURE

CRITIQUE · AUCUNE EXCEPTION

📄 **PRODUCT TERMS · SECTION MICROSOFT AZURE :**

> *"Les plans d'économies sur les calculs Azure ne sont pas annulables. Le Client devra s'acquitter du montant facturé pour le plan pour la durée sélectionnée, même si le Contrat est résilié. Nonobstant les conditions exposées dans le contrat de licence en volume du Client, les prix fixes ne s'appliquent pas au plan d'économies sur les calculs Azure."*

◆ IDENTIQUE À AWS S.5.4.2 · AUCUN REMBOURSEMENT PRORATA · PIRE QU'AWS

Contrairement à AWS (qui rembourse au prorata si AWS résilie sans juste motif), les Savings Plans Azure ne prévoient aucune exception de remboursement, même si Microsoft résilie. **Code Civil art. 1195 · art. 1171 · Data Act art. 25.**

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLAUSES 5, 6, 7 & 8 · SUSPENSION · IA · JURIDICTION · DÉCALAGE FR

SUSPENSION · DONNÉES IA · DROIT APPLICABLE · RETARD DE TRADUCTION

◆ CLAUSE 5 · SUSPENSION · MOSA SECTION 3.C

ÉLEVÉE · PRÉAVIS 30 JOURS POUR NON-PAIEMENT UNIQUEMENT

📄 MOSA · SECTION 3.C :

> *"We may suspend your use of the Online Services if: [...] (4) you do not abide by the Acceptable Use Policy or you violate other terms of this agreement [...] We will give notice before we suspend, except where we reasonably believe we need to suspend immediately. We will give at least 30 days' notice before suspending for non-payment."*

◆ NUANCE POSITIVE VS AWS — MAIS CLAUSE TOUJOURS PROBLÉMATIQUE

Azure est plus protecteur qu'AWS sur ce point : préavis 30 jours pour non-paiement, suspension limitée au "minimum nécessaire". Cependant, Azure se réserve le droit de suspendre **immédiatement** dès lors qu'il "croit raisonnablement" en avoir besoin — sans critères objectifs. **CODE CIVIL ART. 1226** : résolution unilatérale suppose mise en demeure préalable sauf urgence réelle. **CODE COMMERCE L.442-1 II** : rupture brutale de relation commerciale établie.

◆ CLAUSE 6 · DONNÉES IA & FORMATION DES MODÈLES · PRODUCT TERMS

ÉLEVÉE · MODIFICATION MAI 2026

📄 PRODUCT TERMS · SYNTHÈSE MODIFICATIONS · 1ER MAI 2026 :

> *"Mise à jour des conditions d'Utilisation Responsable des Services d'IA de Microsoft afin de couvrir l'utilisation des classificateurs automatisés pour ces Services d'IA."*

📄 PRODUCT TERMS · SYNTHÈSE MODIFICATIONS · 1ER MAI 2025 :

> *"Mises à jour de la formulation dans Utilisation du contenu des Services d'IA Générative Microsoft pour la formation pour plus de clarté."*

◆ CONSENTEMENT IMPLICITE VIA MODIFICATIONS MENSUELLES · RGPD

Les conditions d'utilisation des données pour l'entraînement des modèles IA Microsoft ont été modifiées plusieurs fois entre 2025 et 2026 via les Product Terms mensuels, sans notification individuelle. Le client ayant signé en janvier 2026 n'a pas explicitement consenti aux conditions modifiées en mai 2026. **RGPD ART. 6** : base légale du traitement. **RGPD ART. 7** : le consentement doit être libre, spécifique, éclairé et univoque — un consentement par défaut via modification contractuelle mensuelle ne satisfait pas à ces critères.

◆ CLAUSE 7 · DROIT APPLICABLE · MOSA SECTION 7.H

CRITIQUE · WASHINGTON

📄 MOSA · SECTION 7.H :

> *"This agreement is governed by Washington law, without regard to its conflict of laws principles [...] Any action to enforce this agreement must be brought in the State of Washington."*

◆ JURIDICTION US · INOPPOSABLE EN FRANCE

CODE CIVIL ART. 1171 : clause attributive de compétence à un tribunal étranger dans un contrat d'adhésion = déséquilibre significatif. **CPC ART. 48** : les clauses attributives de juridiction sont inopposables à la partie n'ayant pas contracté dans le cadre de son activité principale. **RÈGLEMENT ROME I** : les dispositions impératives du droit du pays de résidence du consommateur ne peuvent être écartées par un choix de droit étranger.

◆ CLAUSE 8 · RETARD DE TRADUCTION FR · 9 FÉVRIER 2026

ÉLEVÉE · DOCUMENTÉ

📄 PRODUCT TERMS · SYNTHÈSE MODIFICATIONS · AVRIL 2026 :

> *"Ces conditions ont été publiées le 1er février 2026 en anglais et leur version traduite a été publiée le 9 février 2026." (Concernant les conditions d'Ancrage avec Bing pour Microsoft Copilot Studio.)*

◆ ADMISSION EXPLICITE · RETARD FR = 8 JOURS

Microsoft admet explicitement dans ses propres Product Terms que certaines clauses sont publiées en anglais avant leur traduction française. Ce mécanisme est identique à celui d'AWS et GCP — mais il est documenté dans les conditions elles-mêmes, sur un seul mois. **LOI TOUBON ART. 5 · CODE CIVIL ART. 1171.**

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SUSPENSION · DONNÉES IA · DROIT APPLICABLE · RETARD DE TRADUCTION

◆ CLAUSE 9 · MODIFICATION DES SERVICES · DROIT DE RÉSILIATION UNILATÉRALE MICROSOFT

ÉLEVÉE · PRODUCT TERMS

📄 **PRODUCT TERMS · CONDITIONS UNIVERSELLES · SERVICES EN LIGNE :**

> *"Microsoft se réserve le droit de modifier ou de résilier un Service en Ligne dans tout pays où Microsoft doit se soumettre à une réglementation gouvernementale ou à une obligation ou autre exigence qui [...] rendrait, pour Microsoft, le fonctionnement continu du Service en Ligne difficile sans modification."*

◆ DROIT DE RÉSILIATION UNILATÉRALE SANS COMPENSATION DÉFINIE

Microsoft se réserve le droit de résilier tout service en ligne unilatéralement, sans que les conditions de compensation soient définies dans les Product Terms. **CODE CIVIL ART. 1226 · CODE COMMERCE L.442-1 II**. La fragmentation documentaire rend impossible pour le client d'identifier dans quel document ses droits à compensation sont définis.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE · CONCLUSION JURIDIQUE

COMPARATIF AZURE vs AWS vs GCP · DROIT FRANÇAIS · CONCLUSION

Point de comparaison	Microsoft Azure	AWS	GCP
Architecture documentaire	**6 couches · sans document unique**	1 document unifié	1 document unifié
Fréquence de modification	**Mensuelle (Product Terms)**	Irrégulière · datée	Irrégulière · datée
Mécanisme de substitution linguistique	Implicite · 9 jours (admission)	Explicite · 37 jours · chaque page	Dissimulé · s.14.18 · 2 ans 9 mois
Blocs de Capacité non remboursables	Présent · aucune exception	Présent · aucune exception	Absent (mais réservations similaires)
Frais de résiliation anticipée	**12 % + plafond 50k$/an**	Prorata sans frais si AWS résilie	Aucun remboursement · s.8.8
Préavis suspension non-paiement	30 jours ✓	Sans préavis possible · s.1.4	Sans préavis possible
Droit applicable	**Washington (USA) · MOSA**	Luxembourg (EMEA)	Californie (USA)
Data Act Addendum	Absent des Product Terms MOSA	Présent · s.1.28 ✓	Absent
Modification unilatérale des conditions	**Mensuelle · sans notification individuelle**	Possible · datée · publiée	Possible · datée · publiée
Clause données IA / entraînement modèles	Modifiée mai 2025 · mai 2026	s.1.20 · 50.3	s.4.3
Lisibilité du contrat complet	**Impossible · 6 couches · 122+ pages**	Difficile · 1 document	Difficile · 1 document

◆ CONCLUSION JURIDIQUE · MICROSOFT AZURE vs DROIT FRANÇAIS

Les conditions contractuelles Microsoft Azure présentent une violation structurelle distincte de celle d'AWS et GCP : ce n'est pas une clause illégale identifiable dans un document, c'est **l'architecture documentaire elle-même** qui est contraire au droit. Six couches de documents qui se renvoient mutuellement, modifiables mensuellement sans notification individuelle, gouvernées par le droit de l'État de Washington, ne satisfont pas aux exigences du **Code Civil art. 1119** (opposabilité des conditions générales), du **Data Act art. 23** (lisibilité), de la **Loi Toubon art. 5** (primauté du français) et du **RGPD art. 7** (consentement éclairé). Sur le fond, les clauses de Blocs de Capacité non remboursables, de Savings Plans non annulables, et de modification mensuelle unilatérale des conditions violent **Code Civil art. 1171, 1193, 1195, 1217**. Azure est plus restrictif qu'AWS sur les frais de résiliation anticipée (12 %) et pire qu'AWS sur les Savings Plans (aucune exception de remboursement). Azure est légèrement meilleur qu'AWS sur la suspension (30 jours pour non-paiement). La fragmentation documentaire rend toute comparaison difficile — ce qui est précisément son objectif.

Sources : Microsoft Online Subscription Agreement (mars 2019) · Microsoft Azure Legal Information (avril 2023)
Product Terms MOSA French (Europe) · janv./févr./avr./juin 2026 · microsoft.com/licensing/terms

Summum ius, summa iniuria — Cicéron

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

ANALYSE COMPARATIVE · DOCUMENT PUBLIC

CONDITIONS D'UTILISATION GOOGLE CLOUD PLATFORM FRANÇAIS (2023) VS ANGLAIS (2026) VS DROIT FRANÇAIS

(ci-après désignées « CGV » au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce)

La version française a 2 ans et 9 mois de retard.
La version anglaise — qui prime selon les CGV elles-mêmes —
contient des clauses inconnues des clients français.

2 ANS	13	10	0
9 MOIS DE RETARD	MISES À JOUR EN	CLAUSES ANALYSÉES	PROCÉDURE EN COURS

Source FR : cloud.google.com/terms?hl=fr · Dernière modification : **23 août 2023**

Source EN : cloud.google.com/terms · Last modified : **1er juin 2026**

Les « Conditions d'utilisation de Google Cloud Platform » constituent des Conditions Générales de Vente au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce français (ci-après « CGV »).

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE · SIPS/BCE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique
Destiné à l'interpellation de la DGCCRF · CNIL · ARCEP

CONSTAT CENTRAL · CRITIQUE

LA VERSION FRANÇAISE DES CGV A 2 ANS ET 9 MOIS DE RETARD

« Conditions d'utilisation de Google Cloud Platform » · ci-après CGV · Art. L.441-1 Code de Commerce

⚠️ DÉCOUVERTE FONDAMENTALE

Les **Conditions d'utilisation de Google Cloud Platform** (ci-après **CGV** au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce) présentées aux clients français lors de la signature sont datées du **23 août 2023**. La version anglaise — qui prime selon la Section 14.18 des CGV elles-mêmes — a été mise à jour **13 fois** depuis, dont une mise à jour majeure le 1er juin 2026. Deux nouvelles clauses défavorables aux clients (Section 2.6 révision des prix · Section 8.8 aucun remboursement) sont absentes de la version française — mais opposables aux clients français via le mécanisme de renvoi aux URL Terms (Section 1.4c) et la primauté de la version anglaise. La version française elle-même acte ce paradoxe à la Section 14.18.

◆ CONSTAT 1 · VERSION PÉRIMÉE · SECTION 14.18 — CRITIQUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (23 AOÛT 2023) — SECTION 14.18 :**

> *"Si le présent Contrat est traduit dans une autre langue que l'anglais et qu'il existe des différences entre le texte anglais et le texte rédigé dans l'autre langue, la version anglaise prévaut, sauf mention contraire expresse dans la traduction."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (1ER JUIN 2026) — SECTION 14.18 :**

> *"If this Agreement is translated into any language other than English, and there is a discrepancy between the English text and the translated text, the English text will govern unless expressly stated otherwise in the translation."*

◆ PARADOXE JURIDIQUE DOCUMENTÉ

La version française stipule elle-même que la version anglaise la prime. Un client français qui lit son contrat en français est contractuellement lié à une version anglaise plus récente et plus restrictive — que la version française lui dit elle-même de consulter en cas de divergence. Ceci viole **Loi Toubon 1994** (primauté du français dans les contrats conclus en France) · **Code Civil Art. 1171** (déséquilibre significatif) · **Code Civil Art. 1135** (obligation d'information).

◆ CONSTAT 2 · CLAUSE ABSENTE EN FR · SECTION 2.6 (SEULEMENT EN 2026) — CRITIQUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 2.6 :**

> *Cette section n'existe pas dans la version française.*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (2026) — SECTION 2.6 FEE REVISIONS :**

> *"Google may change the Fees at any time unless otherwise expressly agreed in an addendum or Order Form. [...] If Customer objects to any change in Fees, Customer may terminate this Agreement for convenience under Section 8.5."*

◆ CONTRADICTION ET PROBLÈME JURIDIQUE

La clause autorisant Google à modifier ses tarifs à tout moment est absente de la version française — mais opposable aux clients français via la primauté anglaise. Un client français qui a contracté en 2023 n'a jamais vu cette clause. **Code Civil Art. 1171 · Art. 1193 · L.442-1 Code de Commerce** : modification unilatérale substantielle interdite dans les contrats d'adhésion.

◆ CONSTAT 3 · CLAUSE ABSENTE EN FR · SECTION 8.8 (SEULEMENT EN 2026) — CRITIQUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 2.3 :**

> *"Les remboursements, le cas échéant, sont laissés à la discrétion de Google et ne sont accordés que sous forme d'avoir affecté à l'utilisation des Services. Aucune disposition du présent Contrat n'oblige Google à étendre l'avoir à une quelconque partie."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (2026) — SECTION 8.8 NO REFUNDS (NOUVELLE) :**

> *"Unless expressly stated otherwise in this Agreement or required by law, termination or non-renewal under any section of this Agreement will not oblige Google to refund any Fees."*

◆ CONTRADICTION ET PROBLÈME JURIDIQUE

La version française 2023 encadre les remboursements (section 2.3) sans les exclure totalement en cas de résiliation. La version anglaise 2026 ajoute une Section 8.8 entièrement dédiée à l'exclusion de tout remboursement lors de toute résiliation — clause inconnue des clients français mais qui leur est opposable. **Code Civil Art. 1217 · R.212-2 Code Conso** (liste noire des clauses abusives).

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANALYSE · CLAUSES 4, 5 & 6 · CRITIQUE

PAIEMENT · RÉSILIATION · MODIFICATION

◆ CLAUSE 4 · PAIEMENT NON RÉSILIABLE · SECTION 2.1

CRITIQUE — FR PLUS RESTRICTIVE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 2.1 :**

> *"L'obligation de paiement de tous les Frais par le Client n'est pas annulable."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (2026) — SECTION 2.1 :**

> *"Unless required by law, Customer's obligation to pay all Fees is non-cancellable."*

◆ CONTRADICTION DÉCISIVE — LA VERSION FR EST PLUS RESTRICTIVE

La version anglaise 2026 ajoute la nuance "Unless required by law" — protection absente de la version française 2023. Les clients français sont liés à une formulation plus absolue que la version anglaise actuelle. Ils sont doublement pénalisés : ils contractent sur une version plus restrictive, mais sont liés par la version anglaise plus récente via Section 14.18. **Code Civil Art. 1171 · L.442-1 Code de Commerce · Data Act Art. 23**.

◆ CLAUSE 5 · RÉSILIATION POUR CONVENANCE · SECTION 8.4/8.5

CRITIQUE — EN PLUS RESTRICTIVE MAIS OPPOSABLE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 8.4 :**

> *"Le Client peut à tout moment cesser d'utiliser les Services. Il peut résilier le présent Contrat pour convenance à tout moment en adressant un préavis écrit, et il s'engage à cesser d'utiliser les Services concernés à la date de la résiliation."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (2026) — SECTION 8.5 :**

> *"Customer may stop using the Services at any time. Subject to any financial commitments in an Order Form or addendum to this Agreement, Customer may terminate this Agreement for its convenience at any time on prior written notice."*

◆ RESTRICTION ABSENTE EN FRANÇAIS MAIS OPPOSABLE

La version anglaise 2026 ajoute "Subject to any financial commitments" — restriction absente de la version française. Un client français qui croit pouvoir résilier librement à tout moment (comme le dit sa version) est en réalité lié par la restriction financière de la version anglaise qui prime. **Code Civil Art. 1171 · Art. 1135 · Data Act Art. 23** (suppression des obstacles contractuels à la mobilité).

◆ CLAUSE 6 · MODIFICATION DU CONTRAT ET DES PRIX · SECTION 1.4(B)

CRITIQUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 1.4(B) :**

> *"Google peut également apporter ponctuellement des modifications au présent Contrat (y compris les Conditions URL) et au niveau des prix. Sauf mention contraire stipulée par Google, les modifications substantielles du présent Contrat prennent effet 30 (trente) jours après leur date de publication."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (2026) — SECTION 1.4(B) :**

> *"Subject to subsections (i) and (ii), Google may make updates to this Agreement from time to time. Google will post any update to this Agreement to https://cloud.google.com/terms/. This subsection 1.4(b) does not apply to updates to the URL Terms, which are governed by subsection 1.4(c) below."*

◆ LA VERSION FR RÉVÈLE L'INTENTION · LA VERSION EN LA DISSIMULE

La version française 2023 mentionne explicitement "et au niveau des prix" — ce qui confirme que Google modifie les prix via ce mécanisme. La version anglaise 2026 a restructuré cette section en supprimant la mention explicite des prix et en séparant les URL Terms — rendant le mécanisme plus opaque. La version française expose l'intention ; la version anglaise la cache mais prime. **Code Civil Art. 1171 · Art. 1193 · L.442-1 Code de Commerce**.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANALYSE · CLAUSES 7, 8, 9 & 10 · ÉLEVÉE / MOYENNE

JURIDICTION · GARANTIES · RESPONSABILITÉ · LANGUE

◆ CLAUSE 7 · JURIDICTION CALIFORNIENNE · SECTION 14.12(C)

CRITIQUE · IDENTIQUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 14.12(C) :**

> "TOUTE DEMANDE LIÉE AU PRÉSENT CONTRAT OU AUX SERVICES EST RÉGIE PAR LE DROIT DE CALIFORNIE, À L'EXCLUSION DES RÈGLES DE CONFLITS DE LOIS DE CET ÉTAT, ET RELÈVE EXCLUSIVEMENT DE LA JURIDICTION DES TRIBUNAUX FÉDÉRAUX OU DES TRIBUNAUX D'ÉTAT DU COMTÉ DE SANTA CLARA, CALIFORNIE, ÉTATS-UNIS."

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE (2026) — SECTION 14.12(C) :**

> "ALL CLAIMS ARISING OUT OF OR RELATING TO THIS AGREEMENT WILL BE GOVERNED BY CALIFORNIA LAW [...] AND WILL BE LITIGATED EXCLUSIVELY IN THE FEDERAL OR STATE COURTS OF SANTA CLARA COUNTY, CALIFORNIA, USA."

◆ IDENTIQUE — LES DEUX VERSIONS ILLÉGALES EN DROIT FRANÇAIS

CPC ART. 48 : clause réputée non écrite sans acceptation expresse et séparée. **RÈGLEMENT BRUXELLES I BIS** : clause attributive de juridiction étrangère inopposable à une entreprise européenne dans un contrat d'adhésion. Forcer une PME française à plaider à Santa Clara est économiquement prohibitif.

◆ CLAUSE 8 · GARANTIES · SECTION 11

ÉLEVÉE · IDENTIQUE

🇫🇷 **SECTION 11 :**

> *"Google n'offre pas et renonce expressément dans toute la mesure autorisée par la loi applicable à toute garantie quelle qu'elle soit (expresse, implicite, légale ou autre), y compris aucune garantie de qualité marchande..."*

🇬🇧 **SECTION 11 :**

> *"Google does not make and expressly disclaims to the fullest extent permitted by applicable law any warranties of any kind..."*

◆ IDENTIQUE · ILLÉGAL

CODE CIVIL ART. 1641 · L.217-4 CODE CONSO : garanties légales d'ordre public — non dérogeables par contrat.

◆ CLAUSE 9 · RESPONSABILITÉ · SECTION 12.2

ÉLEVÉE · IDENTIQUE

🇫🇷 **SECTION 12.2 :**

> *"La Responsabilité totale cumulée de chacune des parties [...] se limite aux Frais payés par le Client en vertu du présent Contrat durant la période de 12 (douze) mois précédant l'événement ayant engagé cette responsabilité."*

🇬🇧 **SECTION 12.2 :**

> *"Each party's total aggregate Liability [...] is limited to the Fees Customer paid [...] during the 12 month period before the event giving rise to Liability."*

◆ IDENTIQUE · ILLÉGAL

CODE CIVIL ART. 1170 · ARRÊT CHRONOPOST 1996 : clause réputée non écrite si elle vide l'obligation essentielle de sa substance.

◆ CLAUSE 10 · PARADOXE LANGUE · SECTION 14.18

CRITIQUE · PARADOXE INTERNE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (2023) — SECTION 14.18 :**

> *"Si le présent Contrat est traduit dans une autre langue que l'anglais et qu'il existe des différences entre le texte anglais et le texte rédigé dans l'autre langue, la version anglaise prévaut, sauf mention contraire expresse dans la traduction."*

◆ PARADOXE LÉGAL MAJEUR · LIEN AVEC LOI TOUBON

La version française elle-même indique qu'elle ne fait pas foi — ce qui constitue un paradoxe légal remarquable. **LOI TOUBON N°94-665 DU 4 AOÛT 1994** : tout contrat conclu avec une personne morale de droit français pour son activité en France doit être rédigé en français. Une clause stipulant la primauté d'une version anglaise périmée de 2 ans et 9 mois contrevient à cette loi. **CONSTITUTION ART. 2** : le français est la langue de la République.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE · CONCLUSION JURIDIQUE

TABLEAU COMPARATIF · CONCLUSION

Clause	Version FR (2023)	Version EN (2026)	Droit français	Gravité
Écart temporel / EN prime	Août 2023	Juin 2026	Loi Toubon · Art. 1135	CRITIQUE
Section 2.6 révision prix	**Absente**	Présente	Art. 1171 · 1193 · L.442-1	CRITIQUE
Section 8.8 no refunds	**Absente**	Présente	Art. 1217 · R.212-2	CRITIQUE
Section 2.1 paiement	Plus restrictive	"Unless required by law"	Art. 1171 · Data Act Art. 23	CRITIQUE
Section 8.5 résiliation	Libre	Restriction financière	Art. 1171 · Data Act Art. 23	CRITIQUE
Section 1.4(b) prix explicite	Explicite	Restructurée · opaque	Art. 1171 · L.442-1	CRITIQUE
Section 14.12(c) juridiction	Californie	Californie	CPC Art. 48 · Bruxelles I bis	CRITIQUE
Section 11 garanties	Identique	Identique	Art. 1641 · L.217-4	ÉLEVÉE
Section 12.2 responsabilité	Identique	Identique	Art. 1170 · Chronopost 1996	ÉLEVÉE
Section 14.18 langue / paradoxe	EN prime sur FR	EN prime	Loi Toubon · Constitution Art. 2	CRITIQUE

◆ CONCLUSION JURIDIQUE

Le problème central n'est pas seulement le contenu des clauses — c'est le **mécanisme lui-même**. Google présente aux clients français des **Conditions d'utilisation de Google Cloud Platform** (ci-après CGV au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce) datées d'août 2023, les lie contractuellement à une version anglaise de juin 2026 plus restrictive sur au moins quatre points, et organise cette substitution via la Section 14.18 — rédigée en français — qui stipule que la version anglaise prime sur la version française. Ce mécanisme viole la **Loi Toubon**, le **Code Civil Art. 1135** (obligation d'information) et le **Code Civil Art. 1171** (déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion). La version française expose par ailleurs une intention tarifaire (Section 1.4b mentionne "au niveau des prix") que la version anglaise restructurée dissimule — ce qui ajoute un problème de transparence documenté.

Source FR : cloud.google.com/terms?hl=fr · 23 août 2023 · Source EN : cloud.google.com/terms · 1er juin 2026
Les « Conditions d'utilisation de Google Cloud Platform » constituent des CGV au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce.
Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

ANALYSE COMPARATIVE · DOCUMENT PUBLIC

CONDITIONS DE SERVICE AWS FRANÇAIS (AVRIL 2026) VS ANGLAIS (MAI 2026) VS DROIT FRANÇAIS

(ci-après désignées « Conditions de Service » ou « CGV » au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce)

La version française est déclarée « à des fins informatives uniquement ».
La version anglaise — qui prime selon les Conditions elles-mêmes —
contient des clauses inconnues des clients français.

37	1	11	0
Jours de retard	Mise à jour en manquante	Clauses analysées	Procédure en cours

Source FR : aws.amazon.com/fr/service-terms/ · Dernière mise à jour : **15 avril 2026**
Source EN : aws.amazon.com/service-terms/ · Last updated : **22 mai 2026**

Les « Conditions de Service AWS » constituent des Conditions Générales de Vente
au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce français (ci-après « CGV »).

Amine RAITI
Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique
Destiné à l'interpellation de la DGCCRF · CNIL · ARCEP

CONSTAT CENTRAL · CRITIQUE

LE MÉCANISME DE SUBSTITUTION — FONDEMENT DE TOUTES LES VIOLATIONS

« Conditions de Service AWS » · ci-après CGV · Art. L.441-1 Code de Commerce

⚠ DÉCOUVERTE FONDAMENTALE

Les **Conditions de Service AWS** (ci-après **CGV** au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce) présentées aux clients français sont datées du **15 avril 2026**. La version anglaise — qui prime selon l'en-tête répété sur chaque page — a été mise à jour le **22 mai 2026**, soit 37 jours après. Contrairement à GCP (2 ans 9 mois de retard), AWS documente et assume explicitement ce mécanisme en répétant en tête de chaque page : "*La traduction ci-dessous est fournie à des fins informatives uniquement […] la version anglaise prévaudra.*" La transparence d'une clause illégale ne la rend pas légale. Deux clauses absentes de la version française sont directement opposables aux clients français via ce mécanisme.

◆ CONSTAT 1 · MÉCANISME DE SUBSTITUTION · EN-TÊTE DE CHAQUE PAGE

CRITIQUE · RÉPÉTÉ SUR CHAQUE PAGE

🇫🇷 EN-TÊTE VERSION FRANÇAISE (15 AVRIL 2026) — REPRODUIT SUR CHAQUE PAGE :

> *"La traduction ci-dessous est fournie à des fins informatives uniquement. En cas d'écart, d'incohérence ou de conflit entre cette traduction et la version anglaise (notamment en raison de délais de traduction), la version anglaise prévaudra."*

🇬🇧 EN-TÊTE VERSION ANGLAISE (22 MAI 2026) :

> *N/A — Version de référence. Aucun en-tête de substitution dans la version anglaise.*

◆ PARADOXE JURIDIQUE DOCUMENTÉ ET ADMIS

AWS déclare explicitement que sa version française est non contractuelle. Un client français qui lit son contrat en français est lié à une version anglaise plus récente et plus restrictive. **Loi Toubon art. 5** : tout contrat conclu avec une personne morale de droit français pour son activité en France doit être rédigé en français, la version française faisant foi. **Constitution art. 2** : le français est la langue de la République. **Code Civil art. 1171** : clause créant un déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion = réputée non écrite.

◆ CONSTAT 2 · CLAUSE ABSENTE EN FR · SECTION 50.16 — CLAUDE PLATFORM SUR AWS

CRITIQUE · RGPD

⚠ VERSION FRANÇAISE (15 AVRIL 2026) — SECTION 50.16 :

> *Cette section n'existe pas dans la version française du 15 avril 2026. Elle a été ajoutée dans la mise à jour anglaise du 22 mai 2026.*

🇬🇧 VERSION ANGLAISE (22 MAI 2026) — SECTION 50.16 · CLAUDE PLATFORM ON AWS :

> *Section 50.16 : conditions applicables à l'utilisation de la plateforme Claude d'Anthropic sur AWS — incluant les modalités de transfert de données vers Anthropic hors de l'infrastructure AWS, les mécanismes de logging et les conditions de traitement des données générées via les modèles Claude.*

◆ VIOLATION RGPD · INFORMATION MANQUANTE

Les clients français utilisant Claude via AWS sont exposés à des conditions de transfert de données vers Anthropic (hors AWS) sans que ces conditions leur soient présentées dans la langue du contrat. **RGPD art. 13-14** : obligation d'information sur les transferts vers des tiers dans une langue compréhensible. **Data Act (UE 2023/2854) art. 23** : les contrats cloud doivent être rédigés dans la langue officielle de l'État membre.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CONSTAT CENTRAL · CRITIQUE

LE MÉCANISME DE SUBSTITUTION — FONDEMENT DE TOUTES LES VIOLATIONS

« Conditions de Service AWS » · ci-après CGV · Art. L.441-1 Code de Commerce

◆ CONSTAT 3 · CLAUSES OBSOLÈTES MAINTENUES EN FR · SECTIONS 28.4 À 28.9 — ÉLEVÉE · DIVERGENCE INVERSE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE (15 AVRIL 2026) — SECTIONS 28.4 À 28.9 :**

> *Sections 28.4 à 28.9 présentes : conditions WorkDocs Sync, application WorkDocs, Open with Office 365, édition de documents Hancom, noms de domaine workdocs.aws. Ces clauses sont rédigées et présentées comme contractuelles aux clients français.*

⚠ **VERSION ANGLAISE (22 MAI 2026) — SECTIONS 28.4 À 28.9 :**

> *Ces sections ont été supprimées de la version anglaise. La Section 28 EN couvre uniquement AWS Security Hub (lancé le 2 décembre 2025).*

◆ PARADOXE INVERSE · CLAUSES PRÉSENTÉES EN FR MAIS SUPPRIMÉES DE LA VERSION QUI PRIME

Code Civil art. 1193 : les contrats ne peuvent être modifiés que du consentement mutuel. Les clients français se voient présenter des clauses que la version contractuellement applicable (EN) a supprimées — situation d'incertitude juridique caractérisée sur les droits et obligations respectifs. **Code Civil art. 1170** : clause qui prive de sa substance l'obligation essentielle = non écrite.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANALYSE · CLAUSES 4, 5 & 6 · CRITIQUE

ENGAGEMENTS NON RÉSILIABLES · NON REMBOURSABLES · SANS PRÉAVIS

◆ CLAUSE 4 · INSTANCES RÉSERVÉES EC2 · SECTION 5.4.2

CRITIQUE · IDENTIQUE FR / EN

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE — SECTION 5.4.2 :**

> *"Les Régimes d'épargne, les Instances réservées EC2 et les Réservations d'hôtes dédiés EC2 ne sont pas annulables [...] vous serez facturé pour la durée que vous avez sélectionnée, même si vous résiliez l'Accord. Tous les montants versés [...] ne sont pas remboursables."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE — SECTION 5.4.2 :**

> *"Savings Plans, EC2 Reserved Instances and EC2 Dedicated Host Reservations are noncancellable [...] you will be charged for the duration of the term you selected, even if you terminate the Agreement. All amounts paid [...] are nonrefundable."*

◆ IDENTIQUE · ILLÉGAL EN DROIT FRANÇAIS · NUANCE : REMBOURSEMENT PRORATA SI AWS RÉSILIE

Code Civil art. 1171 : déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion = réputé non écrit. **Code Civil art. 1195** (imprévision) : le client peut demander renégociation si les circonstances changent — clause illégalement écartée. **Data Act art. 25** : obstacles contractuels à la mobilité cloud = inopposables. Note positive : AWS prévoit remboursement prorata si AWS résilie sans motif — avantage sur GCP (aucune exception).

◆ CLAUSE 5 · CAPACITY BLOCKS POUR ML · SECTION 5.5

CRITIQUE · PLUS ABSOLU QUE 5.4.2

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE — SECTION 5.5 :**

> *"Les Blocs de capacité AWS ne peuvent être ni annulés ni modifiés, et le prix total d'un bloc de capacité n'est pas remboursable. [...] Pendant les 30 dernières minutes d'un Bloc de capacité, nous pouvons mettre fin à vos instances sans préavis et empêcher le lancement de nouvelles instances dans votre réservation."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE — SECTION 5.5 :**

> *"AWS Capacity Blocks cannot be canceled nor can they be modified, and the full price of a Capacity Block is nonrefundable. [...] During the last 30 minutes of a Capacity Block, we may terminate your instances without notice."*

◆ IDENTIQUE · VIOLATION CARACTÉRISÉE · AUCUNE EXCEPTION CONTRAIREMENT À 5.4.2

Clause plus absolue que 5.4.2 : aucun remboursement prorata même si AWS résilie. **Code Civil art. 1217** : la partie envers laquelle l'engagement n'est pas exécuté peut provoquer la résolution — droit supprimé. **Code Civil art. 1226** : résolution unilatérale suppose notification préalable — écartée. **Code Conso L.212-1** : clause abusive caractérisée — service non rendu (30 dernières minutes), non remboursable, résiliable sans préavis. **Arrêt Chronopost 1996** : clause vidant l'obligation essentielle de sa substance = non écrite.

◆ CLAUSE 6 · BEDROCK PROVISIONED THROUGHPUT · SECTION 50.12.3

CRITIQUE · IDENTIQUE FR / EN

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE — SECTION 50.12.3 :**

> *"Nous pouvons modifier la tarification des engagements de débit de traitement [...] à tout moment. [...] Les engagements de débit de traitement ne sont pas transférables ni remboursables. Par conséquent, vous serez facturé pour la durée que vous avez choisie même dans l'hypothèse où vous résiliez l'Accord."*

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE — SECTION 50.12.3 :**

> *"We may modify the pricing for provisioned throughput commitments or stop offering provisioned throughput commitments at any time. [...] Provisioned throughput commitments are not transferable or refundable. [...] you will be charged for the duration of the term you selected even if you terminate this Agreement."*

◆ ASYMÉTRIE MAXIMALE · AWS MODIFIE SES PRIX LIBREMENT · CLIENT VERROUILLÉ

Code Civil art. 1193 : modification unilatérale interdite. AWS peut modifier la tarification à tout moment pour les nouveaux engagements, tandis que le client est verrouillé pour la durée choisie sans aucune possibilité de résiliation. **Code Civil art. 1171** : déséquilibre significatif manifeste. **Code Commerce L.442-1** : pratique commerciale abusive caractérisée.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANALYSE · CLAUSES 7, 8, 9 & 10 · ÉLEVÉE / MOYENNE

SUSPENSION · FORMATION · DONNÉES D'UTILISATION · COMPARAISON GCP

◆ CLAUSE 7 · SUSPENSION SANS PRÉAVIS · SECTION 1.4

ÉLEVÉE · IDENTIQUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE — SECTION 1.4 :**

"nous pouvons supprimer ou désactiver l'accès à tout Contenu interdit sans préavis en relation avec un contenu illégal, lorsque le contenu peut perturber ou menacer les Services ou conformément à la loi applicable."

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE — SECTION 1.4 :**

"we may remove or disable access to any Prohibited Content without prior notice in connection with illegal content, where the content may disrupt or threaten the Services or in compliance with applicable law."

◆ IDENTIQUE · SUSPENSION UNILATÉRALE SANS PRÉAVIS

AWS se réserve le droit de juger seule du caractère "illégal" du contenu et de suspendre les services sans notification préalable. **Code Civil art. 1226** : résolution unilatérale doit être précédée d'une mise en demeure sauf urgence réelle — AWS s'octroie seule la qualification de l'urgence. **Code Commerce L.442-1 II** : rupture brutale d'une relation commerciale sans préavis = responsabilité engagée.

◆ CLAUSE 8 · SPOT INSTANCES · SEC. 5.3

ÉLEVÉE · IDENTIQUE

🇫🇷 **SECTION 5.3 :**

"Nous pouvons mettre fin, arrêter ou hiberner les Instances ponctuelles à tout moment et sans aucun avis pour vous si le prix actuel [...] est égal ou supérieur au prix que vous avez précisé."

🇬🇧 **SECTION 5.3 :**

"We may terminate, stop, or hibernate Spot Instances at any time and without any notice to you if we determine that the current Spot Price equals or exceeds the maximum price you specified."

◆ IDENTIQUE · SANS PRÉAVIS

Code Civil art. 1226 · **Code Commerce L.442-1 II** : rupture brutale sans notification. S'applique aussi aux Spot Blocks (durée fixe) — plus problématique.

◆ CLAUSE 9 · FORMATION · SEC. 67.2.1

ÉLEVÉE · IDENTIQUE

🇫🇷 **SECTION 67.2.1 :**

"Les fonds prépayés ne sont pas remboursables et expirent à la fin de la période prévue dans la Commande applicable."

🇬🇧 **SECTION 67.2.1 :**

"Prepaid funds are nonrefundable and expire at the end of the period specified in the applicable Order."

◆ IDENTIQUE · CLAUSE ABUSIVE

Code Conso R.212-2 (7°) : clause supprimant le droit à réparation en cas d'inexécution par le professionnel = abusive. **Code Conso L.242-4** : droit de rétractation 14 jours potentiellement écarté.

◆ CLAUSE 10 · DONNÉES D'UTILISATION · SECTION 1.20

MOYENNE · IDENTIQUE · FINALITÉ VAGUE

🇫🇷 **VERSION FRANÇAISE — SECTION 1.20 :**

"Nous sommes susceptibles d'utiliser des informations concernant votre utilisation et vos interactions avec les Services pour améliorer les Services."

🇬🇧 **VERSION ANGLAISE — SECTION 1.20 :**

"We may use information about your use of and interactions with the Services to improve the Services."

◆ IDENTIQUE · FINALITÉ INDÉTERMINÉE · BASE LÉGALE INSUFFISANTE

RGPD art. 5(1)(b) (limitation des finalités) : les données ne peuvent être collectées que pour des finalités déterminées, explicites et légitimes. "Améliorer les services" est une finalité trop vague. **RGPD art. 6** : "l'amélioration des services" ne constitue pas une base légale suffisante sans qualification d'intérêt légitime au sens de l'art. 6(1)(f) avec mise en balance documentée.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANALYSE · CLAUSES 7, 8, 9 & 10 · ÉLEVÉE / MOYENNE

SUSPENSION · FORMATION · DONNÉES D'UTILISATION · COMPARAISON GCP

◆ CLAUSE 11 · PARADOXE LANGUE · EN-TÊTE DE CHAQUE PAGE

CRITIQUE · PARADOXE INTERNE

🇫🇷 VERSION FRANÇAISE — EN-TÊTE RÉPÉTÉ (CF. CLAUSE 1) :

> *"La traduction ci-dessous est fournie à des fins informatives uniquement. [...] la version anglaise prévaudra."*

◆ PARADOXE LÉGAL MAJEUR · ADMIS PAR AWS · DIFFÉRENT DE GCP MAIS ILLÉGAL ÉGALEMENT

Contrairement à GCP (Section 14.18 discrète, retard de 2 ans 9 mois), AWS affiche ouvertement ce mécanisme sur chaque page. Transparence plus grande — illégalité identique. **Loi Toubon n°94-665 du 4 août 1994** : tout contrat conclu avec une personne morale de droit français pour son activité en France doit être rédigé en français et la version française fait foi — non la version anglaise. **Constitution art. 2** : le français est la langue de la République. La transparence d'une admission d'illégalité ne la rend pas légale.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE · CONCLUSION JURIDIQUE

TABLEAU COMPARATIF · CONCLUSION · DIFFÉRENCES AVEC GCP

Clause / Section	Version FR (avr. 2026)	Version EN (mai 2026)	Droit français	Gravité
En-tête · substitution ("informatif uniquement")	**Version informative seulement**	Version contractuelle	Loi Toubon · Constitution art. 2 · Art. 1171	CRITIQUE
Section 50.16 · Claude/Anthropic	**Absente**	Présente	RGPD art. 13-14 · Data Act art. 23	CRITIQUE
Section 5.4.2 · Instances réservées non résiliables	Identique	Identique	Art. 1171 · 1195 · Data Act art. 25	CRITIQUE
Section 5.5 · Capacity Blocks non remboursables	Identique	Identique	Art. 1217 · Chronopost · L.212-1	CRITIQUE
Section 50.12.3 · Bedrock throughput non résiliable	Identique	Identique	Art. 1193 · 1171 · L.442-1	CRITIQUE
Sections 28.4-28.9 · WorkDocs obsolètes	Présentes (obsolètes)	**Supprimées**	Art. 1193 · 1170	ÉLEVÉE
Section 1.4 · Suspension sans préavis	Identique	Identique	Art. 1226 · L.442-1 II	ÉLEVÉE
Section 5.3 · Spot Instances sans préavis	Identique	Identique	Art. 1226 · L.442-1 II	ÉLEVÉE
Section 67.2.1 · Formation prépayée non remboursable	Identique	Identique	R.212-2 (7°) · L.242-4	ÉLEVÉE
Section 1.20 · Données utilisation — finalité vague	Identique	Identique	RGPD art. 5(1)(b) · art. 6	MOYENNE
Section 5.4.2 · Remboursement prorata si AWS résilie	**Présent ✓**	**Présent ✓**	Art. 1217 · ✅ Conforme	ATTÉNUATION
Section 1.28 · Addendum Data Act UE 2023/2854	**Présent ✓**	**Présent ✓**	Data Act art. 23 · ✅ Conforme	CONFORMITÉ

◆ CONCLUSION JURIDIQUE · AWS vs GCP · DROIT FRANÇAIS

Les **Conditions de Service AWS** (CGV au sens de l'Art. L.441-1 Code de Commerce) comportent deux niveaux de violations. Le premier est **structurel** : la clause de substitution ("version française informative uniquement") viole la **Loi Toubon** de manière documentée et répétée sur chaque page. Le second est **substantiel** : indépendamment de la langue, plusieurs clauses communes FR/EN sont contraires au **Code Civil** (art. 1171, 1195, 1217, 1226), au **Code de la Consommation** (L.212-1, R.212-2), au **Code de Commerce** (L.442-1) et au **Data Act européen** (art. 23, 25). AWS se distingue de GCP par trois points : (1) mécanisme de substitution plus transparent mais identiquement illégal ; (2) remboursement prorata en cas de résiliation par AWS (absent chez GCP) ; (3) intégration d'un addendum Data Act (absent chez GCP). Ces différences sont significatives en termes de conformité, mais n'effacent pas les violations fondamentales communes aux deux fournisseurs.

Source FR : aws.amazon.com/fr/service-terms/ · 15 avril 2026 · Source EN : aws.amazon.com/service-terms/ · 22 mai 2026
Les « Conditions de Service AWS » constituent des CGV au sens de l'Art. L.441-1 du Code de Commerce.

Summum ius, summa iniuria — Cicéron

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

CGV SOUS MICROSCOPE

AWS & GCP — Lecture Corpus

Ce que les Conditions d'Utilisation Disent que les Brochures ne Disent Pas

◆ MÉTHODOLOGIE

Cette étude analyse les Conditions Générales d'Utilisation d'AWS (version juin 2026) et de Google Cloud Platform à la lumière du corpus Opération Dindon. Chaque clause identifiée est paraphrasée — jamais citée textuellement — et mise en regard avec l'étude du corpus qui en documente l'effet. L'objectif n'est pas juridique. Il est de montrer que ce que le corpus a nommé — capture cognitive, boucle infrationnelle, lock-in, perte de souveraineté — est littéralement inscrit dans les documents contractuels que les organisations signent.

DOCUMENTS	CLAUSES ANALYSÉES	WATERMARK
AWS + GCP	8	RATIO

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

LES DONNÉES EUROPÉENNES SOUS DROIT AMÉRICAIN — LES CGV LE DISENT EXPLICITEMENT

◆ CE QUE GCP DIT — JURIDICTION CALIFORNIENNE (SECTION 14.12)

Les CGV de Google Cloud Platform stipulent, pour toutes les entités qui ne sont pas des entités gouvernementales américaines, que le droit de l'État de Californie régit le contrat — à l'exclusion de ses règles de conflit de lois — et que les tribunaux compétents sont ceux du comté de Santa Clara, Californie. Le client européen qui signe les CGV GCP accepte donc que tout litige soit tranché sous droit californien, par des tribunaux californiens.

Ce que cela signifie concrètement : les données d'un hôpital français, d'une banque belge ou d'une administration allemande hébergées sur GCP sont contractuellement soumises au droit américain. Le RGPD s'applique à la collecte et au traitement — mais le cadre contractuel de référence est le droit de l'État de Californie.

◆ CE QUE AWS DIT — ACCÈS SUR ORDRE GOUVERNEMENTAL

Les CGV AWS précisent que la société peut agir conformément à toute ordonnance ou demande judiciaire, réglementaire ou gouvernementale applicable. En cas de retrait de contenu sans préavis, AWS informera le client rapidement — sauf si la loi l'interdit. Cette formulation — "sauf si la loi l'interdit" — est précisément la fenêtre du CLOUD Act et des National Security Letters : l'interdit de divulgation (gag order) est légalement possible, et les CGV l'anticipent.

◆ LIEN CORPUS — "LE SOL NUMÉRIQUE" · "NULLE SOUVERAINETÉ SANS MATIÈRE"

Le corpus Opération Dindon a documenté dans "Le Sol Numérique" que les datacenters européens d'AWS et GCP ne créent pas une souveraineté européenne — parce que la juridiction applicable aux données reste américaine. Cette étude démontre que ce n'est pas une interprétation du corpus — c'est textuellement inscrit dans les CGV. La clause de juridiction californienne de GCP et la clause d'accès gouvernemental d'AWS sont la preuve contractuelle de la thèse du Sol Numérique.

L'ultimatum du 8 septembre 2026 demande que les commits soient résiliables, que les egress fees soient raisonnables, que la portabilité soit réelle, et que le CLOUD Act soit limité à son territoire. La clause de juridiction californienne est la démonstration que la quatrième demande est la plus fondamentale : sans changement de juridiction, les trois autres sont insuffisantes.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ILS PEUVENT CHANGER LES PRIX ET LES CONDITIONS — À TOUT MOMENT

◆ CE QUE GCP DIT — RÉVISION DES FRAIS (SECTION 2.6)

Google se réserve le droit de modifier les tarifs à tout moment, sauf accord contraire dans un avenant ou formulaire de commande. Pour les services GWS, Looker et Cloud Identity, Google s'engage à un préavis de 30 jours. Mais pour GCP — les services cloud de base — aucun délai de préavis n'est mentionné. La formulation "à tout moment" (*at any time*) est explicite.

Cette modification unilatérale des tarifs est également conditionnelle : si le client n'est pas d'accord avec un changement de tarif concernant GCP, il peut résilier pour convenance — mais dans les conditions de résiliation décrites par ailleurs, qui incluent des délais et des obligations.

◆ CE QUE AWS DIT — MODIFICATION DES RESERVED INSTANCES

AWS indique qu'elle peut modifier les tarifs des Savings Plans, EC2 Reserved Instances et Dedicated Host Reservations à tout moment — mais que les changements de prix ne s'appliquent pas aux réservations déjà achetées. En revanche, si Microsoft augmente ses frais de licence Windows ou si Red Hat augmente ses frais RHEL, AWS peut répercuter ces augmentations avec un préavis de 30 jours, y compris sur les Reserved Instances existantes.

Le mécanisme de cascade : AWS n'est pas la seule variable. Les augmentations de ses propres fournisseurs (Microsoft, Red Hat, Oracle) peuvent être répercutées sur le client final sans que ce dernier ait de recours sur la chaîne amont.

◆ CE QUE AWS DIT — COMMITS NON RÉSILIABLES

Pour les Savings Plans, EC2 Reserved Instances, Capacity Blocks, DB Savings Plans et SageMaker AI Savings Plans, les CGV AWS précisent que les engagements sont non résiliables (*noncancellable*) et que le client sera facturé pour toute la durée du terme sélectionné, même en cas de résiliation de l'accord. Les montants payés sont non remboursables, sauf si AWS résilie l'accord en dehors de toute faute du client.

◆ LIEN CORPUS — PREMIÈRE DEMANDE DE L'ULTIMATUM : "COMMITS RÉSILIABLES"

La première des quatre demandes du 8 septembre 2026 est : commits résiliables. Les CGV AWS documentent précisément l'inverse : les engagements sont "noncancellable". La thèse du corpus est vérifiée par le texte contractuel. Ce n'est pas une opinion — c'est une clause.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ILS PEUVENT COUPER — VOUS NE POUVEZ PAS PARTIR

◆ SUSPENSION UNILATÉRALE — AWS ET GCP

AWS : AWS peut suspendre ou résilier l'accès à tout service Beta à tout moment, sans préavis. Pour les services en disponibilité générale, la suspension est possible sur demande gouvernementale ou judiciaire, ou si AWS juge que la sécurité de ses services est menacée. En cas de non-paiement, de violation des conditions ou de décision d'AWS, la résiliation peut survenir avec des délais variables selon le service.

GCP : Google peut suspendre tout ou partie de l'accès aux services si elle juge raisonnablement que la suspension est nécessaire pour protéger les services, les autres clients ou des tiers. Google peut aussi suspendre immédiatement pour se conformer à tout processus légal applicable. La suspension peut précéder la notification — si la loi le permet.

◆ DONNÉES APRÈS RÉSILIATION — LA FENÊTRE DE 30 JOURS

AWS (Supply Chain N-Tier) : lorsque le service se termine, le client dispose de 30 jours suivant la résiliation pour récupérer son contenu. Passé ce délai, le contenu sera supprimé. Cette formulation — présente dans plusieurs sections des CGV AWS — est la fenêtre de migration : 30 jours pour exporter des années de données structurées, dans un format qui peut ne pas être interopérable avec le système cible.

GCP : en cas de résiliation, tous les droits d'accès aux services (y compris l'accès aux données client) cessent. Les conditions précises de conservation et d'export des données client après résiliation renvoient aux Service Specific Terms — un document séparé, non intégré dans les CGV générales analysées ici.

◆ GCP — RÉSILIATION POUR CONVENANCE PAR GOOGLE (Section 8.5)

Pour les services GCP et TSS uniquement, Google peut résilier le contrat ou tout Order Form pour sa propre convenance, à tout moment, avec un préavis de 30 jours. Le client peut résilier pour convenance à tout moment sur préavis écrit — mais doit cesser d'utiliser les services à la résiliation. L'asymétrie est structurelle : Google peut résilier pour convenance avec 30 jours de préavis. Le client peut résilier aussi — mais perd immédiatement l'accès aux données et aux services.

RATIO

◆ LIEN CORPUS — "LA SORTIE DOUCE" · "LE FINOPS DU DERNIER GRAMME"

La Sortie Douce documentée dans le corpus propose une migration progressive, service par service. La fenêtre de 30 jours des CGV dit l'inverse : la sortie est forcément brutale si elle est imposée par le fournisseur. Et même volontaire, 30 jours pour migrer des données structurées vers un nouveau système est une contrainte opérationnelle sévère. L'Interface Souveraine documentée dans le corpus est précisément la réponse architecturale à cette contrainte : découpler le code applicatif pour que la migration ne soit pas une urgence.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLAUSES 5 & 6 · LIMITATION DE RESPONSABILITÉ & INDEMNISATION — L'ASYMÉTRIE JURIDIQUE

VOUS ASSUMEZ — ILS LIMITENT — VOUS DÉFENDEZ — ILS SONT DÉFENDUS

◆ LIMITATION DE RESPONSABILITÉ — AWS ET GCP

AWS : la responsabilité agrégée d'AWS et de ses affiliés pour les services Beta est limitée au montant effectivement payé par le client au cours des 12 mois précédant la réclamation. Pour les services en disponibilité générale, la même logique s'applique avec des plafonds similaires selon les Customer Agreements. Les dommages indirects, consécutifs, spéciaux ou punitifs sont exclus.

GCP : aucune des parties ne sera responsable des dommages indirects, consécutifs, spéciaux, accessoires ou punitifs, ni des pertes de revenus, de profits, d'économies ou de clientèle. La limitation s'applique dans toute la mesure permise par le droit applicable. Les montants agrégés sont plafonnés selon les Services Specific Terms.

L'ASYMÉTRIE : si une défaillance AWS ou GCP entraîne une perte d'activité de 10 millions d'euros pour une entreprise cliente, la responsabilité contractuelle du fournisseur sera limitée aux frais payés sur 12 mois — peut-être 50 000€. L'écart entre le préjudice réel et la compensation contractuelle est structurel.

◆ INDEMNISATION ASYMÉTRIQUE — LE CLIENT DÉFEND LE FOURNISSEUR

GCP : le client s'engage à défendre Google et ses affiliés contre toute procédure juridique initiée par un tiers résultant d'un usage du client non conforme aux CGV, ou d'une réclamation selon laquelle les données client violent des droits de propriété intellectuelle de tiers.

AWS : les vendeurs sur AWS Marketplace s'engagent à indemniser AWS et ses affiliés contre toute réclamation liée aux taxes sur les transactions. Plus généralement, le client est responsable de l'ensemble de l'usage fait sous son compte, y compris par ses utilisateurs finaux.

LA STRUCTURE : Google défend le client contre les réclamations portant sur les services Google (propriété intellectuelle de Google). Le client défend Google contre les réclamations portant sur l'usage client. La responsabilité de l'usage migre vers le client. La responsabilité de la plateforme reste chez Google mais est plafonnée.

◆ LIEN CORPUS — "L'ÉTAT ET LE CORPS INVISIBLE" · "NULLE SOUVERAINETÉ"

Le corpus documente l'absence de protection du corps infrastructure par l'État. Cette clause montre que la protection n'existe pas non plus dans le contrat : la responsabilité du fournisseur est plafonnée, la responsabilité du client est illimitée sur l'usage. L'organisation souveraine est celle qui ne dépend pas d'un contrat asymétrique pour sa continuité d'activité.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LES CERTIFICATIONS COMME OUTIL DE DÉPENDANCE · LA PORTABILITÉ ABSENTE

◆ LE PROGRAMME DE CERTIFICATION AWS — LA BOUCLE INFRATIONNELLE DANS LE CONTRAT

Les CGV AWS incluent un article dédié au "AWS Certification Program" — un service à part entière soumis à un accord distinct (Certification Program Agreement, CPA). La certification AWS certifie qu'une personne a réussi un test d'aptitude sur un service ou domaine AWS spécifique. Elle n'est pas transférable entre prestataires et ne garantit pas la qualité des services fournis par le prestataire certifié.

Ce que cela dit du marché de l'emploi : une certification AWS est un actif employable sur le marché AWS — et uniquement sur ce marché. Un ingénieur certifié AWS Solutions Architect a un actif qui vaut sur les projets AWS. Il n'a pas d'équivalent certifié sur GCP, Azure, ou sur le bare-metal. Le CPF qui finance une certification AWS finance la dépendance — pas la compétence neutre.

Ce que les CGV confirment : le programme de certification est un "Service" au sens des conditions d'utilisation. AWS en définit les termes, peut modifier les conditions du programme, et le CPA prime sur l'accord général en cas de conflit. La certification appartient à l'écosystème AWS — pas à l'ingénieur.

◆ LA PORTABILITÉ DES DONNÉES — L'ABSENCE RÉVÉLATRICE

Ni les CGV AWS analysées, ni les CGV GCP analysées ne contiennent de clause garantissant la portabilité des données dans un format standard, interopérable, et sans surcoût. La recherche du terme "portability" dans les deux documents renvoie uniquement à :

— AWS : la portabilité des numéros de téléphone dans Amazon Chime et Amazon Connect (portabilité téléphonique, pas portabilité des données cloud).

— GCP : HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) — une loi américaine de santé, pas une garantie de portabilité des données cloud.

L'absence est la donnée : dans 302 000 caractères de CGV AWS et 113 000 caractères de CGV GCP, le terme "portabilité des données" dans le sens d'une garantie d'export dans un format neutre et sans surcoût est absent. C'est la deuxième et troisième demandes de l'ultimatum — "portabilité réelle" et "egress fees raisonnables" — que les CGV ne traitent pas.

◆ LIEN CORPUS — "LE CPF MAL UTILISÉ" · "LA BOUCLE INFRATIONNELLE" · ULTIMATUM

Le CPF Mal Utilisé documente que les budgets de formation vont aux certifications cloud propriétaires. Les CGV AWS confirment que ces certifications sont des services AWS, soumis au droit AWS, résiliables par AWS. La boucle est complète : l'argent public (CPF) finance des compétences qui appartiennent à l'écosystème d'un acteur extraterritorial.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE — LES CGV COMME PREUVE CONTRACTUELLE DU CORPUS

TABLEAU DE CORRESPONDANCE — CLAUSE CGV × ÉTUDE CORPUS × DEMANDE ULTIMATUM

CLAUSE CGV	CE QU'ELLE DIT	ÉTUDE CORPUS	DEMANDE ULTIMATUM
GCP §14.12 — Droit californien	Tout litige tranché sous droit californien, tribunaux Santa Clara	Le Sol Numérique · Nulle Souveraineté sans Matière	**4. CLOUD Act limité à son territoire**
AWS — Accès gouvernemental	Divulgation possible sur ordre gouvernemental, sans préavis si la loi l'interdit	Le Sol Numérique · L'Anatomie de la Perdition	**4. CLOUD Act limité à son territoire**
GCP §2.6 — Révision des frais "at any time"	Google peut modifier les tarifs GCP à tout moment sans préavis garanti	La Boucle Infrationnelle · Le FinOps du Dernier Gramme	**2. Egress fees raisonnables**
AWS — Commits "noncancellable"	Reserved Instances, Savings Plans : facturés même si résiliation de l'accord	L'Anatomie de la Perdition · La Sortie Douce	**1. Commits résiliables**
AWS/GCP — Suspension unilatérale	Suspension possible à tout moment, immédiatement si "Legal Process"	Le Sol Numérique · L'État et le Corps Invisible	**1 + 4. Commits résiliables + CLOUD Act**
AWS/GCP — Données : 30 jours post-résiliation	30 jours pour récupérer les données — puis suppression	La Sortie Douce · L'Interface Souveraine	**3. Portabilité réelle**
AWS/GCP — Limitation responsabilité	Responsabilité plafonnée aux frais des 12 derniers mois. Dommages indirects exclus.	L'Économie du Silence · L'État et le Corps Invisible	**Toutes les 4 demandes**
AWS — Certifications comme service propriétaire	Le programme de certification AWS est un service AWS, régi par un accord AWS distinct	Le CPF Mal Utilisé · La Boucle Infrationnelle	**3. Portabilité réelle (des compétences)**
AWS/GCP — Portabilité absente	Aucune clause garantissant l'export des données dans un format neutre sans surcoût	Nulle Souveraineté · L'Interface Souveraine	**2 + 3. Egress fees + Portabilité**

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CONCLUSION — CE QUE LES CGV PROUVENT QUE LE CORPUS A NOMMÉ

CE N'EST PAS UNE OPINION — C'EST DANS LE CONTRAT QUE VOUS AVEZ SIGNÉ

◆ CE QUE CETTE ANALYSE DÉMONTRE

Le corpus Opération Dindon a nommé des phénomènes — capture cognitive, boucle infrationnelle, perte de souveraineté, lock-in, dépendance extraterritoriale. Ces phénomènes auraient pu être contestés comme des interprétations, des opinions, ou des exagérations rhétoriques. Cette analyse des CGV démontre qu'ils sont inscrits textuellement dans les documents contractuels que les organisations européennes signent chaque jour :

— La juridiction californienne de GCP est dans la Section 14.12.
— La modification unilatérale des tarifs "at any time" est dans la Section 2.6 de GCP.
— Les commits "noncancellable" sont dans les sections Reserved Instances, Savings Plans et Capacity Blocks d'AWS.
— La suspension sur "Legal Process" sans préavis obligatoire est dans les deux CGV.
— La portabilité des données dans un format neutre est absente des deux documents.
— La limitation de responsabilité aux frais des 12 derniers mois est dans les deux CGV.
— Le programme de certification AWS est un service propriétaire régi par un accord séparé.

◆ LES QUATRE DEMANDES DU 8 SEPTEMBRE 2026 — JUSTIFIÉES CLAUSE PAR CLAUSE

1. Commits résiliables : justifié par les clauses "noncancellable" d'AWS sur Savings Plans, Reserved Instances, Capacity Blocks, DB Savings Plans.

2. Egress fees raisonnables : justifié par l'absence de toute clause encadrant les frais de transfert sortant, et par la révision possible des tarifs "at any time" dans GCP.

3. Portabilité réelle : justifié par l'absence de toute clause garantissant l'export des données dans un format neutre sans surcoût, et par la fenêtre de 30 jours post-résiliation.

4. CLOUD Act limité à son territoire : justifié par la clause de juridiction californienne de GCP (Section 14.12) et par la clause d'accès gouvernemental d'AWS qui anticipe les injonctions de silence légales.

RATIO

◆◆◆

Le corpus Opération Dindon n'a pas inventé ces problèmes.
Il les a nommés avant que vous lisiez les CGV.
Les CGV confirment ce que le corpus a dit.
Le silence des hyperscalers aussi.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

WORKING PAPER · ANALYSE SYSTÉMIQUE · JUIN 2026

ANATOMIE DES MÉCANISMES DE RÉTENTION DANS LES CONTRATS DE SERVICES CLOUD

Une Analyse Systémique des Pratiques Contractuelles

AWS · Google Cloud · Microsoft Azure

ABSTRACT

Cette étude propose une taxonomie en six couches des mécanismes de rétention dans les contrats de services cloud des trois principaux hyperscalers mondiaux (AWS, Google Cloud, Microsoft Azure, représentant ensemble plus de 65% du marché mondial au premier trimestre 2026). Fondée sur l'analyse comparative de 47 versions de documents contractuels en versions française, anglaise et allemande sur la période 2022–2026, elle identifie des mécanismes contractuels, tarifaires, techniques, comportementaux, décisionnels et cognitifs qui opèrent de façon complémentaire et cumulative. L'étude documente en particulier un mécanisme spécifiquement identifié — la substitution linguistique comme vecteur de renonciation aux droits légaux — non documenté dans la littérature existante sur le vendor lock-in cloud. Elle conclut par des propositions d'extension du champ d'application du Data Act européen (Règlement UE 2023/2854) aux obstacles non contractuels au changement de fournisseur.

MOTS-CLÉS : vendor lock-in · cloud computing · clauses abusives · souveraineté numérique · Data Act · portabilité des données · substitution linguistique · switching costs

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE · Paris · Indépendant

Ce document est fondé sur une analyse personnelle de documents contractuels publics. Il ne constitue pas un avis juridique.
L'auteur n'a aucune affiliation avec les entreprises mentionnées. Document public · CC BY-NC-SA 4.0
Opération Dindon

1. INTRODUCTION & MÉTHODOLOGIE

1.1 Contexte et motivation

La concentration du marché des services d'infrastructure cloud a atteint un niveau sans précédent. Selon les données publiées par Synergy Research Group au premier trimestre 2026, Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure et Google Cloud Platform (GCP) représentent conjointement 67% du marché mondial des services cloud. Cette concentration crée une dépendance structurelle des organisations privées et publiques à un oligopole dont les pratiques contractuelles font l'objet d'un examen réglementaire croissant — notamment dans le cadre de l'enquête du Bundeskartellamt sur Amazon (2024), de la Cloud Market Study de la Competition and Markets Authority britannique (2023) et de l'entrée en vigueur du Data Act européen (Règlement UE 2023/2854, applicable depuis septembre 2025).

La littérature académique sur le vendor lock-in dans les services cloud (Armbrust et al., 2010 ; Petcu, 2013 ; Opara-Martins et al., 2016) documente principalement les dimensions techniques du verrouillage — APIs propriétaires, formats de données non portables, architectures monofournisseur. Les dimensions contractuelles, linguistiques et comportementales demeurent sous-documentées. Cette étude vise à combler partiellement cette lacune.

1.2 Méthodologie

L'analyse repose sur l'examen comparatif de **47 versions de documents contractuels** publiés par AWS, Google Cloud et Microsoft Azure sur la période 2022–2026, incluant les Conditions Générales de Vente (CGV), les Product Terms, les Data Processing Agreements (DPA), les Service Level Agreements (SLA), et les addendums spécifiques (Data Act Addendum, UK Switching Addendum, EES, MOSA). Les documents ont été collectés en versions française, anglaise et allemande lorsque disponibles.

◆ CORPUS ANALYSÉ

47 documents contractuels · 3 hyperscalers · 3 langues (FR/EN/DE) · Période 2022–2026 · Dont : 19 versions de CGV · 14 Product Terms · 8 DPA/SLA · 6 Addendums spécifiques

◆ MÉTHODE DE COMPARAISON

Diff algorithmique (comparaison textuelle normalisée) + analyse manuelle des modifications substantielles · Confrontation au droit positif FR (Code Civil · Loi Toubon) · DE (BGB · GWB) · UK (UCTA · CRA) · EU (Data Act · RGPD)

1.3 Limites

L'analyse porte exclusivement sur les documents contractuels publics. Les contrats négociés individuellement (Enterprise Agreements, accords sectoriels spécifiques) peuvent différer significativement. La modification mensuelle des Product Terms par Microsoft Azure — documentée à 608 occurrences entre janvier et juin 2026 — crée une instabilité documentaire qui limite la portée temporelle des conclusions. Les résultats doivent être lus comme une analyse de la version publique standard des conditions applicables à la majorité des clients, et non comme une description exhaustive de toutes les configurations contractuelles possibles.

1.4 Structure de l'étude

La Section 2 présente la taxonomie en six couches. La Section 3 analyse le mécanisme de substitution linguistique. La Section 4 modélise la dimension temporelle du verrouillage. La Section 5 examine les implications pour le droit de la concurrence. La Section 6 formule des propositions pour la recherche et l'action réglementaire. Les Annexes A–D reproduisent intégralement les données primaires de l'analyse.

[1] *Synergy Research Group, "Cloud Market Share Q1 2026", publié avril 2026.*
[2] *Armbrust M. et al., "A View of Cloud Computing", Communications of the ACM, 53(4), 2010, pp. 50–58.*
[3] *Opara-Martins J. et al., "Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration", JCSE, 10(4), 2016.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2. TAXONOMIE — DES MÉCANISMES VISIBLES AUX MÉCANISMES ENFOUIS

2.1 Définition et positionnement dans la littérature

La définition classique du vendor lock-in (Shapiro & Varian, 1999[4]) repose sur les switching costs — coûts de transition d'un fournisseur à un autre. Porter (1980)[5] distingue les barriers-to-exit (qui retiennent dans la relation) des barriers-to-entry (qui empêchent un concurrent d'entrer). La présente analyse propose une taxonomie en six couches qui étend ces définitions en incluant des dimensions comportementales et cognitives absentes de la littérature classique. Elle introduit en particulier les couches 5 (Demand Lock-in) et 6 (Cognitive Lock-in) comme concepts originaux non formalisés dans les travaux existants sur le cloud.

2.2 Les six couches — définitions formelles

◆ COUCHE 1 · VERROUILLAGE CONTRACTUEL — SURFACE · VISIBLE SI LECTURE ATTENTIVE

Définition : ensemble des dispositions contractuelles qui créent une asymétrie de droits entre le fournisseur et le client, rendant la résiliation coûteuse, complexe ou juridiquement incertaine. **Mécanismes documentés :** (a) clause de substitution linguistique — la version dans la langue du client est déclarée "informative" et la version anglaise "fait foi" ; (b) non-résiliabilité sélective — certains engagements subsistent après résiliation du contrat principal (AWS s.5.4.2 ; Azure EES Savings Plans) ; (c) modification unilatérale automatique — les Product Terms peuvent être modifiés sans notification individuelle (Azure : 608 modifications jan.–juin 2026) ; (d) incorporation par référence en cascade — la clause la plus contraignante se trouve plusieurs niveaux sous le document signé.

◆ COUCHE 2 · VERROUILLAGE TARIFAIRE — SUB-SURFACE · HORS CGV À LA SIGNATURE

Définition : structure tarifaire créant une asymétrie entre le coût d'entrée (nul ou négatif : crédits d'amorçage) et le coût de sortie (positif et croissant avec le volume). **Mécanismes documentés :** egress fees (0,07–0,12 $/Go vers Internet selon fournisseur et région) ; frais de résiliation anticipée (Azure : 12% du montant résiduel + plafond 50 000 $/an) ; absence de plafonnement contractuel des egress fees dans les CGV publiques.

◆ COUCHES 3–6 · RÉSUMÉ FORMEL — MI-PROFONDEUR À SOCLE

Couche 3 — Technique : APIs propriétaires sans équivalent standardisé (ex. BigQuery dialecte SQL) · services managés sans portabilité native · effet superlinéaire : coût de migration de n services > n × coût de migration d'un service. **Couche 4 — Compétences :** programmes de certification propriétaires subventionnés créant un biais d'attachement professionnel ; résistance passive du management intermédiaire comme vecteur de sabotage inconscient des projets de migration. **Couche 5 — Demande (concept original) :** les directions métiers formulent leurs besoins en produits nommés (ex. "Azure OpenAI") plutôt qu'en fonctionnalités, fermant la concurrence avant toute évaluation technique. **Couche 6 — Cognitif (concept original) :** après 3–5 ans d'utilisation, les KPIs organisationnels sont définis dans la console du fournisseur ; toute migration implique la perte de l'étalon de mesure historique.

[4] Shapiro C. & Varian H.R., "Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy", Harvard Business School Press, 1999.
[5] Porter M., "Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors", Free Press, 1980.
[6] Petcu D., "Portability and Interoperability between Cloud Providers: Challenges and Case Study", Towards a Service-Based Internet, 2013.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3. SUBSTITUTION LINGUISTIQUE COMME VECTEUR DE RENONCIATION

3.1 Description du mécanisme

Les trois hyperscalers publient leurs CGV en plusieurs langues tout en stipulant que la version anglaise "fait foi" ou "prévaut" en cas de divergence. Ce mécanisme, en apparence anodin, produit trois effets juridiques distincts : (a) il prive le client de la certitude que la version dans sa langue est contraignante pour le fournisseur ; (b) il permet au fournisseur de publier des mises à jour en anglais sans attendre la traduction dans les autres langues ; (c) dans les cas les plus graves, il permet d'inclure dans la version anglaise des clauses de renonciation à des droits légaux absentes de la version dans la langue du client.

3.2 Mesure du retard de traduction — données primaires

Fournisseur	Stratégie linguistique	Retard FR	Retard DE	MàJ manquantes
AWS	Clause explicite "EN prévaut" en en-tête de chaque page	37 jours	37 jours	Variable selon version
GCP	Clause dissimulée s.14.18 · Version FR figée août 2023	**2 ans 9 mois**	**4 ans**	**FR : 13 · DE : 16**
Azure EES	Admis : "Published Feb 1 EN, translated Feb 9"	8 jours (admis)	8 jours (admis)	Blocs Capacité juin 2026 : 0 jours

3.3 Cas documenté — renonciation à la Directive 2018/1972 (EES Microsoft)

◆ CLAUSE DE RENONCIATION — ABSENTE DE LA VERSION FRANÇAISE | CAS LE PLUS GRAVE DOCUMENTÉ

Les Product Terms EES Microsoft (versions janvier et juin 2026, versions EN) contiennent la clause suivante, absente de la version française :

> *"Customer agrees to waive any and all entitlements that would otherwise be applicable under the European Electronic Communications Code (Directive 2018/1972) Article 102 paragraphs 1, 3, and 5 ; Article 105 paragraph 1 ; and Article 107 paragraphs 1 and 3."*

Le contrat EES est la modalité contractuelle standard par laquelle les institutions publiques françaises — dont les établissements d'enseignement — souscrivent aux services Microsoft dans le cadre de marchés publics. Toute organisation publique ou privée ayant signé un contrat EES est potentiellement concernée par cette clause dans la mesure où elle y est soumise en droit. La renonciation à des droits légaux issus d'une directive d'ordre public européen — opérée par voie contractuelle et présentée dans une seule langue — constitue, selon l'analyse conduite, une violation de la Loi Toubon art. 5, du Code Civil art. 1171 (déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion), et de la Directive 2018/1972 elle-même dont l'application est d'ordre public.

3.4 Implications réglementaires

En droit français, la Loi Toubon n°94-665 art. 5 impose que tout contrat auquel une personne morale de droit public ou privé est partie, pour son activité en France, soit rédigé en français. La version française fait foi. La clause de substitution linguistique — qui déclare la version anglaise prévalente — est contraire à cette disposition d'ordre public et est donc nulle de plein droit, sans qu'il soit besoin de l'avoir contestée au moment de la signature. En droit européen, le Data Act art. 23 impose la lisibilité et la compréhensibilité des conditions contractuelles. L'existence d'une version "informative" dans la langue du client contredit structurellement cette exigence.

[7] *Loi n°94-665 du 4 août 1994 relative à l'emploi de la langue française (Loi Toubon), art. 5.*
[8] *Règlement (UE) 2023/2854 du Parlement européen et du Conseil (Data Act), art. 23, JO L 143 du 11 juin 2024.*
[9] *Directive (UE) 2018/1972 du 11 décembre 2018 établissant le code des communications électroniques européen, art. 102/105/107.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4. APPROFONDISSEMENT PROGRESSIF DU VERROUILLAGE

4.1 Modèle d'accumulation — trois phases

Le verrouillage cloud ne se constitue pas au moment de la signature mais s'approfondit progressivement au cours de l'utilisation. Nous proposons un modèle en trois phases, calibré sur les organisations de taille moyenne (100–1000 collaborateurs, dépense cloud 200k–2M€/an) :

◆ PHASE 1 · ADOPTION (ANNÉE 1) — Score de verrouillage estimé : 2/10 FENÊTRE D'ACTION OUVERTE

Les engagements contractuels sont généralement courts (pay-as-you-go ou Reserved Instances 1 an). Le volume de données est limité, rendant les egress fees non significatifs. Le nombre de services propriétaires adoptés est faible (2–3), et la migration reste techniquement réalisable en quelques semaines. Les équipes sont en cours de certification — le biais d'attachement n'est pas encore établi. Les directions métiers n'ont pas encore installé le pattern de demandes en produits nommés. **Recommandation : c'est la seule phase où une décision architecturale préventive (stack ouverte, abstraction des APIs) peut être prise sans coût de migration.**

◆ PHASE 2 · DÉPENDANCE (ANNÉE 3) — Score de verrouillage estimé : 7/10 POINT D'INFLEXION CRITIQUE

Les Savings Plans 3 ans et Capacity Blocks actifs créent une exposition financière non résiliable. Le volume de données a typiquement été multiplié par 5, rendant les egress fees à six chiffres pour une organisation de taille moyenne. Entre 8 et 12 services propriétaires sont imbriqués, activant l'effet superlinéaire de la couche technique. Les équipes sont certifiées sur plusieurs niveaux — la résistance passive du management intermédiaire est désormais observable. C'est à cette phase que la migration devient planifiable mais coûteuse (6–18 mois, budget significatif).

◆ PHASE 3 · CAPTIVITÉ (ANNÉE 5) — Score de verrouillage estimé : 9/10 POINT DE NON-RETOUR ÉCONOMIQUE

Le renouvellement automatique des contrats a incorporé des clauses inconnues au moment de la signature initiale (Product Terms modifiés 60 fois sur 5 ans pour Azure). Le coût d'egress dépasse le budget IT annuel d'une PME. L'architecture entière est construite autour des services managés propriétaires, rendant toute réécriture substantielle un projet de 18–24 mois. Les ingénieurs seniors ont 5 ans d'expérience exclusive sur la plateforme — leur départ probable en cas de migration forcée constitue un risque RH documenté. La couche cognitive est pleinement établie : les organisations ne peuvent plus définir leurs besoins ou mesurer leurs performances indépendamment de l'écosystème du fournisseur.

4.2 Le point de non-retour économique — formalisation

Nous définissons le point de non-retour économique (PNR) comme le moment où le coût total de migration (C_m) dépasse le bénéfice actualisé de la migration sur la durée restante des engagements (B_m). Formellement : **$PNR = \{t \mid C_m(t) > B_m(t)\}$**, où $C_m(t)$ = Σ(egress fees + engagements restants + refactoring + double-run + formation) et $B_m(t)$ = économies mensuelles post-migration × durée résiduelle. Empiriquement, pour les organisations ayant plus de 36 mois d'ancienneté sur un hyperscaler principal avec des engagements actifs, le ratio C_m/économies mensuelles dépasse généralement 48 mois — rendant la migration économiquement non rentable sans contrainte réglementaire ou stratégique externe.

[10] *Le score de verrouillage est une estimation indicative construite sur l'agrégation pondérée des six couches. Il n'est pas prétendre à la précision d'une mesure scientifique mais à la clarté d'un outil de communication organisationnelle.*
[11] *La formalisation du PNR est originale. Elle s'inspire du concept de "lock-in value" de Shapiro & Varian (1999, op. cit.) mais le rend opérationnel dans le contexte cloud.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5. DROIT DE LA CONCURRENCE & RÉPONSES RÉGLEMENTAIRES

5.1 Seuil de concentration et qualification d'abus de position dominante

AWS, Azure et GCP représentent conjointement 67% du marché mondial des services cloud IaaS/PaaS (Synergy Research Group, Q1 2026). Cette concentration dépasse le seuil de position dominante collective défini par la jurisprudence européenne (CJUE, United Brands c. Commission, 1978[12]). En droit français, l'article L.442-1 du Code de Commerce prohibe les pratiques créant un déséquilibre significatif dans les droits et obligations des parties dans un contrat commercial. En droit allemand, le GWB §19a confère au Bundeskartellamt des pouvoirs spécifiques vis-à-vis des "entreprises d'importance primordiale pour la concurrence dans les marchés numériques" — une qualification dont AWS et Microsoft ont fait l'objet en 2024. En droit britannique, la Competition Act 1998 section 18 prohibe l'abus de position dominante.

5.2 Le Data Act 2023/2854 comme réponse réglementaire partielle

◆ CE QUE LE DATA ACT COUVRE — APPLICABLE DEPUIS SEPT. 2025

Art. 23 : lisibilité et compréhensibilité des conditions contractuelles — directement applicable aux clauses de substitution linguistique. **Art. 25 :** inopposabilité des clauses faisant obstacle au changement de fournisseur — applicable aux clauses de non-résiliabilité et aux frais de résiliation disproportionnés. **Art. 25 §2 :** obligation de portabilité des données — applicable aux formats propriétaires.

◆ CE QUE LE DATA ACT NE COUVRE PAS — LACUNES IDENTIFIÉES

Couche 2 tarifaire : les egress fees comme obstacle tarifaire au changement ne sont pas explicitement couverts — l'art. 25 vise les clauses contractuelles, pas la structure tarifaire. **Couches 4–6 :** les obstacles comportementaux (skills), décisionnels (demand) et cognitifs sont hors du champ du texte. **Autorités compétentes :** aucun État membre n'avait désigné formellement son autorité compétente Data Act au 1er juin 2026.

5.3 Comparaison des réponses réglementaires — FR · DE · UK

Régulateur	Outil disponible	Procédure ouverte	Évaluation
DGCCRF (FR)	Code Commerce L.442-1 · Code Conso L.212-1	Aucune publique au 01/06/26	Outil solide · usage insuffisant
Bundeskartellamt (DE)	GWB §19a · §19 · Designations AWS et Microsoft (2024)	Designations actives	Outil le plus puissant disponible
CMA (UK)	Competition Act 1998 s.18 · Cloud Market Study 2023	Étude publiée · pas de procédure formelle	Diagnostic posé · suites insuffisantes

5.4 L'irréversibilité cognitive comme lacune réglementaire transversale

La couche 6 (verrouillage cognitif) échappe à l'ensemble des cadres réglementaires existants. Elle ne relève ni du droit des contrats (pas de clause à contester), ni du droit de la concurrence au sens classique (pas de comportement anticoncurrentiel identifiable), ni du Data Act (pas d'obstacle à la portabilité au sens technique). Elle constitue néanmoins l'obstacle le plus durable à la concurrence dans les marchés cloud — parce qu'elle opère sur la capacité même des organisations à concevoir et évaluer des alternatives. Cette lacune plaide pour l'émergence d'un droit de la dépendance numérique organisationnelle, distinct du droit de la concurrence et du droit de la consommation.

[12] *CJUE, arrêt United Brands c. Commission, 14 février 1978, aff. 27/76, Rec. 1978, p. 207.*
[13] *Bundeskartellamt, Décision §19a GWB concernant Amazon, 5 juillet 2022 ; concernant Microsoft, 12 décembre 2023.*
[14] *CMA, "Cloud Services Market Study — Final Report", janvier 2023, disponible sur www.gov.uk/cma.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6. PROPOSITIONS — RECHERCHE · POLITIQUE PUBLIQUE · PRATIQUE

6.1 Lacunes dans la littérature existante

La revue de la littérature existante sur le vendor lock-in cloud (Opara-Martins et al., 2016 ; Petcu, 2013 ; Armbrust et al., 2010) révèle que les couches 1 à 3 de la taxonomie proposée sont partiellement documentées — principalement sous l'angle technique (APIs, formats de données) et plus rarement sous l'angle contractuel. Les couches 4 (Skills Lock-in), 5 (Demand Lock-in) et 6 (Cognitive Lock-in) sont à notre connaissance absentes de la littérature académique formalisée. La dimension linguistique — la substitution de la version dans la langue du client par une version anglaise déclarée prévalente — n'est documentée dans aucun des travaux existants consultés. Ces lacunes constituent autant d'opportunités de recherche.

6.2 Pistes de recherche

◆ RECHERCHE EMPIRIQUE

Mesure empirique du point de non-retour économique par secteur d'activité et taille d'organisation. Étude longitudinale de l'évolution des compétences dans les organisations post-migration (cohorte sur 3 ans). Analyse comparative des clauses contractuelles cloud sur 10 ans (2015–2025) pour documenter l'évolution temporelle des mécanismes de rétention. Mesure de la corrélation entre durée d'utilisation d'un hyperscaler et capacité à reformuler des besoins fonctionnellement (test de la couche 6).

◆ RECHERCHE JURIDIQUE

Analyse de la jurisprudence sur les clauses de substitution linguistique dans les contrats B2B transfrontaliers. Étude comparative des régimes de renonciation aux droits légaux d'ordre public en droit UE. Qualification juridique de la couche 6 (verrouillage cognitif) dans les cadres existants du droit de la concurrence. Applicabilité directe du Data Act art. 25 aux obstacles tarifaires (egress fees).

6.3 Propositions réglementaires

◆ 4 PROPOSITIONS D'EXTENSION DU CADRE RÉGLEMENTAIRE

POLITIQUE PUBLIQUE

Proposition 1 — Extension de l'art. 25 du Data Act aux obstacles tarifaires : la rédaction actuelle de l'art. 25 vise les clauses contractuelles faisant obstacle au changement de fournisseur. Une extension explicite aux structures tarifaires créant un obstacle économique disproportionné (egress fees) — par voie d'acte délégué ou de texte interprétatif — couvrirait la couche 2 de la taxonomie, actuellement hors champ.

Proposition 2 — Obligation de publication simultanée : imposer aux fournisseurs de services cloud la publication simultanée de leurs CGV dans toutes les langues officielles de l'UE, sous peine d'inopposabilité de la mise à jour dans les États membres concernés. Cette mesure pourrait être adoptée par arrêté ministériel en France au titre de la Loi Toubon, sans attendre une modification législative européenne.

Proposition 3 — Notification individuelle obligatoire : imposer une notification individuelle par email documenté pour toute modification substantielle des Product Terms, avec un délai de préavis minimum de 60 jours et un droit de résiliation sans frais en cas de modification substantielle. L'absence de notification individuelle constitue actuellement l'une des lacunes les plus significatives du cadre contractuel cloud.

Proposition 4 — Désignation formelle des autorités compétentes Data Act : aucun État membre de l'UE n'avait formellement désigné son autorité compétente pour l'application du Data Act au 1er juin 2026, bien que le texte soit applicable depuis septembre 2025. Cette lacune de mise en œuvre prive les entreprises et organisations de tout recours administratif effectif au titre du règlement.

6.4 Conclusion

La taxonomie en six couches présentée dans cette étude permet de cartographier l'ensemble des mécanismes de rétention opérant dans les contrats de services cloud des trois principaux hyperscalers mondiaux. Elle révèle que les mécanismes les plus durables — les couches 5 et 6 — sont précisément ceux qui sont les moins visibles, les moins contestables juridiquement, et les moins couverts par les cadres réglementaires existants. La réponse réglementaire au vendor lock-in cloud ne peut être complète sans une théorie de la dépendance numérique organisationnelle qui intègre ces dimensions comportementales et cognitives au-delà des seuls obstacles contractuels et techniques.

[15] Règlement (UE) 2023/2854, art. 25, §2 : "Les clauses contractuelles [...] qui empêchent ou restreignent le droit de changer de fournisseur de services de traitement de données sont réputées non écrites."
[16] La date d'applicabilité du Data Act (septembre 2025) est postérieure à sa publication (JO juin 2024) et antérieure à la rédaction de cette étude (juin 2026).

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RÉFÉRENCES

Littérature académique

Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A.D., Katz R., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M. (2010). "A View of Cloud Computing". *Communications of the ACM*, 53(4), 50–58.

Barthélemy J. (2003). "The seven deadly sins of outsourcing". *Academy of Management Executive*, 17(2), 87–100.

Lacity M.C., Willcocks L.P. (1998). "An Empirical Investigation of Information Technology Sourcing Practices: Lessons from Experience". *MIS Quarterly*, 22(3), 363–408.

Opara-Martins J., Sahandi R., Tian F. (2016). "Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration: a business perspective". *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 5(4).

Petcu D. (2013). "Portability and Interoperability between Cloud Providers: Challenges and Case Study". In: Towards a Service-Based Internet. Lecture Notes in Computer Science, 8135. Springer, Berlin.

Porter M.E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Free Press, New York.

Shapiro C., Varian H.R. (1999). *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Harvard Business School Press, Boston.

Textes réglementaires et législatifs

Commission européenne (2023). Règlement (UE) 2023/2854 du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2023 concernant des règles harmonisées portant sur l'équité de l'accès aux données et de l'utilisation des données (Data Act). JO L 143, 11 juin 2024.

Commission européenne (2018). Directive (UE) 2018/1972 du 11 décembre 2018 établissant le code des communications électroniques européen. JO L 321, 17 décembre 2018.

Loi n°94-665 du 4 août 1994 relative à l'emploi de la langue française (Loi Toubon). JORF n°0180 du 5 août 1994.

Code Civil français, articles 1119, 1135, 1170, 1171, 1193, 1195, 1217, 1226 (version en vigueur au 1er juin 2026).

Code de Commerce français, article L.442-1 (pratiques commerciales restrictives).

Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB), §§ 19, 19a (Marktmacht · GAIA), version en vigueur au 1er juin 2026.

Unfair Contract Terms Act 1977 (UCTA), ss. 2–3. Consumer Rights Act 2015 (CRA), ss. 62–65. Competition Act 1998, s. 18.

Rapports institutionnels

Bundeskartellamt (2022). Proceeding against Amazon pursuant to §19a GWB. Décision du 5 juillet 2022. Disponible sur bundeskartellamt.de.

Bundeskartellamt (2023). Proceeding against Microsoft pursuant to §19a GWB. Décision du 12 décembre 2023. Disponible sur bundeskartellamt.de.

Competition and Markets Authority (2023). Cloud Services Market Study — Final Report. Janvier 2023. Disponible sur gov.uk/cma.

Synergy Research Group (2026). Cloud Market Share Q1 2026. Publié avril 2026.

Documents contractuels primaires analysés

47 documents contractuels AWS · Google Cloud · Microsoft Azure (CGV · Product Terms · DPA · SLA · Addendums) en versions FR/EN/DE, collectés entre janvier 2022 et juin 2026. Liste exhaustive reproduite en Annexe A. Sources : aws.amazon.com/fr/legal/ · cloud.google.com/terms · microsoft.com/licensing

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANNEXE A — CORPUS DOCUMENTAIRE PRIMAIRE

Documents publics collectés entre janvier 2022 et juin 2026 · Sources officielles des trois hyperscalers

A.1 — Amazon Web Services (16 documents)

Document	Versions analysées	Langues	Clauses critiques	Couche
CGV AWS (Customer Agreement)	15 avr. 2026 · 22 mai 2026 · 1er juin 2026	FR · EN · DE	s.1.4 · s.5.4.2 · s.5.5	1 · 2
Product Terms AWS	janv. 2022 → juin 2026	EN (seule)	s.50.12.1–3 · s.50.14 · s.50.15 · s.50.17	1 · 2
AWS Data Act Addendum	Version unique 2024	EN · FR	s.1.28 · obligations portabilité	1
AWS UK Switching Addendum	Version unique 2024	EN	s.1.30 · switching facilitation	1 · 2
AWS DPA (Data Processing Addendum)	2023 · 2024 · 2025	FR · EN · DE	Bedrock AI services opt-out	1
AWS SLA (Service Level Agreements)	EC2 · S3 · RDS · EKS · Lambda	EN (seule)	Exclusions responsabilité · Force majeure	1

A.2 — Google Cloud Platform (15 documents)

Document	Versions analysées	Langues	Clauses critiques	Couche
GCP Terms of Service	août 2023 (FR) · juin 2026 (EN)	FR · EN · DE	s.14.18 · s.8.8 · s.2.6	1 · 2
GCP Service Specific Terms	2022 → 2026 (13 versions EN manquantes FR)	EN (FR figée)	BigQuery · Vertex AI · Spanner pricing	1 · 2 · 3
GCP Data Processing Addendum	2023 · 2025	FR · EN · DE	AI Opt-out · RGPD art.28	1
GCP SLA (8 services)	GKE · BigQuery · Cloud SQL · Cloud Run · GCS · Pub/Sub · Vertex · Compute	EN (seule)	Exclusions service credit · downtime	1
GCP Committed Use Contracts	1 an · 3 ans · 2023–2026	EN · FR	s.8.8 · aucun remboursement résiliation	1 · 2

A.3 — Microsoft Azure (16 documents)

Document	Versions analysées	Langues	Clauses critiques	Couche
Microsoft Online Services Agreement (MOSA)	2019 (signé) + amendts mensuels 2019–2026	FR · EN	Droit applicable Washington · Blocs Capacité	1
Product Terms MOSA	janv. · fév. · avr. · juin 2026	FR · EN	608 modifications · Blocs Capacité juin 2026	1
Enrollment for Education Solutions (EES)	janv. 2026 (EN/FR) · juin 2026 (EN/FR)	FR · EN	Waiver Dir.2018/1972 · absent version FR	1
Azure Savings Plans	2023 · 2024 · 2025	FR · EN	Non-annulable · 12% frais résiliation	1 · 2
Azure DPA · SLA · Offer Details	AKS · Azure SQL · Blob · OpenAI · Monitor	EN (seule)	Exclusions · CLOUD Act exposure	1 · 3

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANNEXE B — DONNÉES PRIMAIRES SUR LA SUBSTITUTION LINGUISTIQUE

B.1 — Comparaison AWS CGV FR vs EN (22 mai 2026 vs 1er juin 2026)

Section	Contenu	22 mai 2026	1er juin 2026	Modification	Couche
En-tête	Clause substitution linguistique	Présente · EN prévaut	Présente · EN prévaut	Identique	1
s.1.4	Suspension sans préavis	Présente	Présente	Identique	1
s.1.24	Liste services IA Bedrock	"Amazon Quick Suite (incl. QuickSight)"	"Amazon Quick"	Libellé simplifié	1
s.5.4.2	Savings Plans noncancellable	Présente	Présente	Identique	1 · 2
s.5.5	Capacity Blocks nonrefundable	Présente	Présente	Identique	1 · 2
s.50.12.2	Bedrock abuse detection	"automated abuse detection mechanisms"	"store inputs/outputs 30 days" + "human review"	MODIFIÉE — fond	1
s.50.17	Amazon Quick	Absente	Présente · capacity pricing obligatoire	NOUVELLE	1 · 2
s.1.28	Data Act Addendum	Présente	Présente	Identique	1
s.1.30	UK Switching Addendum	Présente	Présente	Identique	1 · 2

B.2 — Retards de traduction GCP FR vs EN (2022–2026)

Langue	Dernière MàJ substantielle	Version EN équivalente	Retard	MàJ EN manquantes
Français (FR)	Août 2023	Juin 2026	2 ans 9 mois	13 mises à jour
Allemand (DE)	Juin 2022	Juin 2026	4 ans	16 mises à jour

B.3 — Délais de traduction Azure EES (2026)

Version	Publication EN	Publication FR	Retard	Source admise
EES janv. 2026	1er février 2026	9 février 2026	8 jours	Document EES : "Published February 1, 2026 in English, translated February 9, 2026"
EES juin 2026	1er juin 2026	~9 juin 2026 (estimé)	~8 jours	Admis dans le document EES juin 2026
Waiver Dir.2018/1972	Présente EN janv. + juin 2026	Absente FR janv. + juin 2026	Non traduite	Clause non présente dans la version FR aux deux dates

Note : Les dates de publication sont extraites des documents contractuels eux-mêmes (metadata et mentions internes). La méthode de diff algorithmique utilisée pour comparer les versions est décrite en Annexe D.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANNEXE C — GRILLE DE DIAGNOSTIC EN 12 QUESTIONS

Outil de communication interne · Non validé empiriquement à ce stade · Proposé comme base de recherche future

Q.	Couche	Question de diagnostic	Oui = 2 pts	Renvoi
1a	Contractuel	Avez-vous des Savings Plans ou Capacity Blocks dont l'expiration dépasse 12 mois ?	2 pts	Fiche A
1b	Contractuel	La version française de vos CGV stipule-t-elle que la version anglaise prime ou prévaut ?	2 pts	Fiche A
2a	Tarifaire	Avez-vous calculé le coût d'egress pour sortir l'intégralité de vos données actuelles ?	2 pts	Fiche C
2b	Tarifaire	Connaissez-vous les frais de résiliation anticipée de vos principaux engagements cloud ?	2 pts	Fiche C
3a	Technique	Plus de 5 services de votre architecture utilisent des APIs sans équivalent S3-compatible ?	2 pts	Fiche B
3b	Technique	Avez-vous une grille documentée des dépendances techniques par service cloud utilisé ?	2 pts	Fiche B
4a	Compétences	Plus de 50% de vos ingénieurs cloud ont une certification propriétaire sans certification ouverte ?	2 pts	Fiche E
4b	Compétences	Avez-vous identifié les profils de résistance dans vos équipes techniques ?	2 pts	Fiche E
5a	Demande	Les 3 dernières demandes métiers à la DSI mentionnaient un produit nommé (Azure OpenAI, BigQuery…) ?	2 pts	Fiche E
5b	Demande	Vos PO posent-ils systématiquement les 5 questions de souveraineté avant de valider une stack ?	2 pts	Fiche E
6a	Cognitif	Vos KPIs de performance IT sont-ils définis et mesurés dans la console de votre fournisseur principal ?	2 pts	Fiche D
6b	Cognitif	Seriez-vous incapables de mesurer vos performances IT pendant une migration de 6 mois ?	2 pts	Fiche D

0–6 pts	7–12 pts	13–18 pts	19–24 pts
Verrouillage faible · Mesures préventives · Fiche B	Verrouillage modéré · Fiches A+B+C recommandées	Verrouillage élevé · Fiche D · Migration à planifier	Verrouillage structurel · Toutes fiches · Accompagnement externe

Note méthodologique : Cette grille est un outil de communication organisationnelle non validé empiriquement. La pondération égale des 12 questions (2 points chacune) est une simplification. Une recherche future pourrait développer une pondération différenciée basée sur une étude empirique des coûts réels de migration par couche.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANNEXE D — MÉTHODOLOGIE DE COMPARAISON DES DOCUMENTS CONTRACTUELS

D.1 Collecte des documents

Les documents contractuels ont été collectés directement sur les sites officiels des fournisseurs (aws.amazon.com/fr/legal/ · cloud.google.com/terms · microsoft.com/licensing) entre janvier 2022 et juin 2026. Pour chaque fournisseur, les versions disponibles dans les trois langues (FR · EN · DE) ont été téléchargées à chaque mise à jour détectée via la surveillance des pages de conditions générales. Les dates de publication sont extraites soit des metadata du document, soit des mentions internes explicites (ex. Azure EES : "Published February 1, 2026 in English, translated February 9, 2026").

D.2 Prétraitement des documents

Les documents au format HTML ont fait l'objet d'un prétraitement en deux étapes : (a) extraction du contenu textuel par suppression des balises HTML, des scripts et des styles CSS ; (b) normalisation du texte par remplacement des entités HTML, des espaces insécables et des ligatures typographiques (ex. ﬁ → fi), et compression des espaces multiples. Cette normalisation est indispensable pour distinguer les modifications de fond des modifications de formatage — qui représentent la majorité des "modifications" détectées par un diff brut sur du HTML.

D.3 Comparaison algorithmique

La comparaison entre versions a été conduite par diff textuel normalisé section par section (chaque section étant identifiée par son numéro : s.1.4, s.5.5, s.50.12.2, etc.). Pour chaque paire de sections (version X vs version Y), la distance de Levenshtein normalisée a été calculée pour détecter les modifications substantielles. Les paires présentant une similarité supérieure à 95% après normalisation ont été classées comme "identiques de fond" — les artefacts typographiques et de formatage restants ne constituant pas des modifications juridiquement significatives.

D.4 Validation manuelle

Toutes les modifications identifiées comme substantielles par l'algorithme ont fait l'objet d'une relecture manuelle pour (a) confirmer que la différence constitue bien une modification juridiquement significative et non un artefact de normalisation ; (b) qualifier la nature de la modification (ajout · suppression · reformulation · changement de portée) ; (c) identifier la couche de verrouillage concernée selon la taxonomie en six couches. Les résultats de cette validation manuelle sont reproduits dans l'Annexe B pour les comparaisons linguistiques et dans le corpus des 19 analyses juridiques individuelles dont cette étude est la synthèse.

D.5 Limites de la méthode

◆ LIMITES MÉTHODOLOGIQUES IDENTIFIÉES

Limite 1 — Instabilité du corpus : la modification mensuelle des Product Terms Azure (documentée à 608 occurrences sur 6 mois) crée un corpus mouvant difficile à stabiliser pour une analyse longitudinale. Les conclusions sur les modifications Azure portent sur les snapshots collectés aux dates indiquées et peuvent ne pas refléter l'état du document à une date intermédiaire.

Limite 2 — Documents non publics : les Enterprise Agreements et contrats négociés individuellement, qui peuvent contenir des clauses significativement différentes des conditions générales publiques, sont exclus de l'analyse. L'étude porte exclusivement sur les conditions applicables à la majorité des clients non-négociants.

Limite 3 — Interprétation juridique : la qualification juridique des clauses analysées (nullité · déséquilibre significatif · violation d'ordre public) repose sur l'analyse personnelle de l'auteur et non sur une décision de justice ou un avis juridique formel. Ces qualifications doivent être vérifiées par un avocat spécialisé avant toute action.

Cette étude académique est fondée sur une analyse personnelle de documents contractuels publics. Elle ne constitue pas un avis juridique.
L'auteur n'a aucune affiliation avec les entreprises mentionnées ni avec aucune institution académique.
Nemo supra legem est · Summum ius, summa iniuria — Cicéron
Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Paris · Document public · CC BY-NC-SA 4.0

CARTOGRAPHIE · OUTIL DE DIAGNOSTIC INTERNE · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

CARTOGRAPHIE DES STRATAGÈMES DU VENDOR LOCK-IN

AWS · Google Cloud · Microsoft Azure

Outil de diagnostic à usage interne · Direction Générale · DSI · Juriste · DAF · DRH · PO
Six couches · Trois hyperscalers · Cinq profils d'aveuglement · Dimension temporelle sur 5 ans

6 Couches de verrouillage	**3** Hyperscalers comparés	**5** Profils d'aveuglement	**5 ans** Dimension temporelle

SOMMAIRE

◆ Page 2 · Les 6 couches × 3 hyperscalers × intensité
◆ Page 3 · La dimension temporelle · Années 1, 3, 5
◆ Page 4 · Cartographie de l'invisibilité par profil
◆ Page 5 · Grille de diagnostic · Plan d'action

Ce document ne constitue pas un conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971.
Fondé sur l'analyse comparative de 47 documents contractuels publics (2022–2026).

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Opération Dindon · Document public · CC BY-NC-SA 4.0

STRATAGEM

LES 6 COUCHES × 3 HYPERSCALERS × INTENSITÉ × VISIBILITÉ

MATRICE DES MÉCANISMES — DE LA SURFACE À L'ENFOUISSEMENT

Intensité : ● faible · ●● moyen · ●●● élevé · ●●●● très élevé · basée sur analyse des CGV 2022–2026

Couche · Mécanisme	🟠 AWS	🔵 GCP	🔷 AZURE	Visible par · Quand
1 · Contractuel Clause de langue · Non-résiliabilité · Modification unilatérale	●●● s.5.4.2·5.5·50.12.3	●●●● s.14.18·s.8.8	●●●● MOSA·EES·6 couches	Juriste · Si lit la version anglaise et les Product Terms
2 · Tarifaire Egress fees · Frais résiliation · Asymétrie entrée/sortie	●●● 0,09$/Go · NAT 6.7k€	●●● 0,12$/Go · BQ 5$/To	●●●● 12% résil. + 50k$/an	DAF · Si quantifie le coût de sortie avant signature
3 · Technique APIs propriétaires · Services managés · Effet superlinéaire	●●● Lambda·DynamoDB·Bedrock	●●●● BigQuery·Vertex·Spanner	●●● Cosmos·Entra·Synapse	DSI · Si audite les dépendances APIs (rarement fait)
4 · Compétences Sur-certification · Biais d'attachement · Résistance passive	●●● 12 certif. AWS	●● 11 certif. GCP	●●● 9+ certif. Azure	DRH · Si cartographie les certifications de l'équipe
5 · Demande Demandes en produits nommés · Métiers prescripteurs	●● Bedrock·EKS nommés	●●● BigQuery·Looker nommés	●●●● M365 = écosystème total	PO/Métiers · Si reformulent fonctionnellement leurs besoins
6 · Cognitif KPIs propriétaires · Perte de l'étalon de mesure	●●● CloudWatch·Cost Explorer	●● Cloud Monitoring	●●●● Excel·Teams·AD 20 ans	🚫 Personne · Couche invisible par design · La plus irréversible

◆ RÈGLE DE LECTURE — LA CARTE STRATIGRAPHIQUE

Comme une coupe géologique : les couches en surface (1–2) sont visibles à condition de lire les bons documents. Les couches intermédiaires (3–4) ne sont visibles que par des profils spécifiques avec les bons outils. Les couches profondes (5–6) ne sont visibles par personne sans un cadre d'analyse dédié. Le verrouillage s'approfondit dans le temps : plus l'organisation utilise le service, plus chaque couche devient dense et difficile à traverser. Le point de non-retour économique se situe généralement entre l'Année 3 et l'Année 4.

⚠ PARADOXE CENTRAL — L'INVISIBILITÉ AU BON MOMENT

Chaque couche de verrouillage est conçue pour être invisible au profil qui aurait le pouvoir de l'arrêter au bon moment. Le juriste ne lit pas les Product Terms mensuels. Le DAF ne quantifie pas les egress fees avant la signature. Le DRH ne cartographie pas les certifications avant la migration. Le PO ne reformule pas ses besoins fonctionnellement. La DG reçoit des synthèses qui agrègent sans analyser. Le verrouillage se construit dans les angles morts organisationnels.

STRATAGEM

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LA DIMENSION TEMPORELLE — COMMENT LE VERROUILLAGE S'APPROFONDIT

ANNÉES 1 · 3 · 5 — ADOPTION · DÉPENDANCE · CAPTIVITÉ

Le point de non-retour économique se situe entre l'Année 3 et l'Année 4 pour la plupart des organisations

ANNÉE 1 · ADOPTION

2/10

◆ **Couche 1 :** engagements courts · faible exposition contractuelle
◆ **Couche 2 :** volume de données faible · egress non significatifs
◆ **Couche 3 :** 2–3 services propriétaires · migration en quelques semaines
◆ **Couche 4 :** certifications en cours · pas encore de biais fort
◆ **Couche 5 :** premières demandes nommées · encore peu de précédents
◆ **Couche 6 :** KPIs naissants · peu d'historique · comparaison possible

✅ MIGRATION POSSIBLE EN QUELQUES SEMAINES · FICHE B SUFFISANTE

ANNÉE 3 · DÉPENDANCE

7/10

◆ **Couche 1 :** Savings Plans 3 ans · Capacity Blocks actifs · engagement non résiliable
◆ **Couche 2 :** volume × 5 · egress à six chiffres pour grande organisation
◆ **Couche 3 :** 8–12 services imbriqués · effet superlinéaire activé
◆ **Couche 4 :** équipes certifiées 3 niveaux · résistance passive management
◆ **Couche 5 :** 2–3 ans de précédents · pattern établi dans les briefs
◆ **Couche 6 :** 3 ans d'historique KPIs · perte de comparaison externe

⚠ MIGRATION : 6–18 MOIS · FICHES A+B+C+D NÉCESSAIRES

ANNÉE 5 · CAPTIVITÉ

9/10

◆ **Couche 1 :** renouvellement auto · Product Terms modifiés 60 fois · clauses inconnues
◆ **Couche 2 :** egress prohibitif · coût migration données > budget IT PME annuel
◆ **Couche 3 :** architecture entière propriétaire · réécriture = 18–24 mois
◆ **Couche 4 :** ingénieurs senior 5 ans sur plateforme · départ probable si migration forcée
◆ **Couche 5 :** métiers ne conçoivent plus leurs besoins hors écosystème
◆ **Couche 6 :** impossible de comparer performances avant/après · étalon perdu

❌ MIGRATION : 18–24 MOIS · RISQUE ORGANISATIONNEL · ACCOMPAGNEMENT EXTERNE RECOMMANDÉ

◆ LE POINT DE NON-RETOUR ÉCONOMIQUE — DÉFINITION ET CALCUL

CONCEPT CLÉ

Le point de non-retour économique est le moment où le **COÛT TOTAL DE MIGRATION** (egress fees + engagements restants + refactoring + double-run + formation) dépasse le **BÉNÉFICE ATTENDU** (économies futures × durée restante des engagements). Il se calcule ainsi :

> *Seuil de rentabilité migration = (Coût egress + Engagements restants + Refactoring + Double-run) ÷ (Économies mensuelles post-migration)*

Si ce ratio dépasse 36 mois (3 ans), la migration n'est rentable que si une contrainte réglementaire ou stratégique externe l'impose. Pour la plupart des organisations en Année 5, ce ratio dépasse 48 mois.

◆ LA RÈGLE DES 18 MOIS — AGIR AVANT LE POINT DE NON-RETOUR

L'audit de dépendance (Fiche B) devrait être conduit tous les 18 mois. Entre l'Année 1 et l'Année 3, la fenêtre d'action est ouverte et le coût d'une migration partielle reste accessible. Passé l'Année 3, chaque mois supplémentaire sur la plateforme réduit la viabilité économique de la sortie. La décision de migrer doit être prise 2 à 3 fois plus tôt que ce que l'organisation estime nécessaire — parce que le temps de migration est systématiquement sous-estimé.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CARTOGRAPHIE DE L'INVISIBILITÉ — PAR PROFIL · PAR COUCHE · PAR MOMENT D'ACTION

QUI VOIT QUOI · QUAND · ET POURQUOI IL N'AGIT PAS

Chaque couche est conçue pour être invisible au profil qui aurait le pouvoir de l'arrêter au moment où il pourrait encore agir

Profil	✓ Ce qu'il voit	✗ Ce qu'il ne voit pas	Moment d'action possible	Quand il découvre
⚖ Juriste	Clauses contractuelles visibles · Couche 1 (si lit la version anglaise)	Product Terms mensuels · Couches 4/5/6 · Modification unilatérale des conditions	Avant signature · Jamais après	Lors du premier litige · Trop tard
🖥 DSI	Couches 2·3 · APIs · Dépendances techniques (si audite)	Couche 1 fine · Couches 4·5·6 · Dimension temporelle du verrouillage	Lors du choix architectural · Année 1	Quand la migration est demandée · Année 3–5
💼 DAF	Facture mensuelle · Couche 2 partielle	Coût de sortie · Egress fees futurs · Frais de résiliation · Double-run · Couches 3·4·5·6	Lors de la signature · Jamais après	Quand le budget migration est présenté · Choc
👥 DRH	Turnover tech · Couche 4 (si cartographie les certifications)	Skills lock-in comme cause du turnover · Résistance passive management intermédiaire · Couches 1·2·3·5·6	Lors de la cartographie des certifications · Années 1–2	Quand le projet de migration échoue · Trop tard
🎯 PO / Métiers	Fonctionnalités · Ergonomie · Time-to-market	Qu'ils génèrent la Couche 5 · Engagement contractuel créé par leurs demandes · Couches 1·2·3·4·6	Avant chaque nouvelle demande métier	Jamais spontanément · Seulement si Fiche E transmise
★ DG / CODIR	Rapport de synthèse DSI · Coût mensuel global	Aucune des 6 couches dans leur intégralité · Ce document est conçu pour eux	En permanence · Si le dossier complet leur est présenté	Lors d'une acquisition · crise financière · injonction réglementaire

⚠ LE PARADOXE DE L'ORGANISATION BIEN GÉRÉE

Une organisation dont chaque profil fait correctement son travail peut quand même construire un verrouillage structurel. Le juriste lit les clauses qu'on lui soumet. Le DAF contrôle la facture qu'on lui présente. Le DSI gère l'architecture qu'on lui confie. Le DRH gère les équipes qu'on lui présente. Le PO exprime les besoins qu'on lui demande d'exprimer. Aucun d'entre eux ne fait mal son travail — mais le verrouillage se construit dans les espaces entre leurs responsabilités. C'est pourquoi seule une lecture transversale — comme ce document — peut en révéler l'architecture complète.

STRATAGEM

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

12 QUESTIONS · SCORE SUR 24 · NIVEAU D'URGENCE

Couche	Question de diagnostic · Réponse Oui = 2 pts · Non = 0 pt	Si Oui → Fiche
1a	Avez-vous des Savings Plans ou Reserved Instances dont l'expiration dépasse 12 mois ?	Fiche A · Juriste
1b	La version française de vos CGV cloud stipule-t-elle que la version anglaise prime ?	Fiche A · Juriste
2a	Avez-vous calculé le coût d'egress pour sortir l'intégralité de vos données actuelles ?	Fiche C · DAF
2b	Connaissez-vous les frais de résiliation anticipée de vos principaux engagements cloud ?	Fiche C · DAF
3a	Plus de 5 services de votre architecture utilisent des APIs sans équivalent S3-compatible ?	Fiche B · DSI
3b	Avez-vous une grille documentée des dépendances techniques par service cloud utilisé ?	Fiche B · DSI
4a	Plus de 50% de vos ingénieurs cloud ont une certification propriétaire sans certification ouverte ?	Fiche E · DRH
4b	Avez-vous identifié les 5 profils de résistance dans vos équipes techniques ?	Fiche E · DRH
5a	Les 3 dernières demandes métiers à la DSI mentionnaient un produit nommé (Azure OpenAI, BigQuery...) ?	Fiche E · PO
5b	Vos PO posent-ils systématiquement les 5 questions de souveraineté avant de valider une stack ?	Fiche E · PO
6a	Vos KPIs de performance IT sont-ils définis et mesurés dans la console de votre fournisseur principal ?	Fiche D · Tous
6b	Seriez-vous incapables de mesurer vos performances IT pendant une migration de 6 mois ?	Fiche D · Tous

0–6 pts	7–12 pts	13–18 pts	19–24 pts
Verrouillage faible · Fiche B suffisante · Agir en prévention	Verrouillage modéré · Fiches A+B+C recommandées · Audit dans 3 mois	Verrouillage élevé · Fiche D nécessaire · Migration à planifier	Verrouillage structurel · Toutes fiches · Accompagnement externe recommandé

Fondé sur 47 documents contractuels publics AWS · GCP · Azure (2022–2026) · ***Summum ius, summa iniuria — Cicéron*** · CC BY-NC-SA 4.0 · Amine RAITI

STRATAGEM

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE SYSTÉMIQUE · DOCUMENT PUBLIC · OPÉRATION DINDON

LA MACHINE DE GUERRE CONTRACTUELLE

Anatomie Complète

Déconstruction systémique du vendor lock-in hyperscaler
fondée sur l'analyse comparative de dix-neuf études juridiques
des CGV AWS · Google Cloud · Microsoft Azure

3 Couches de verrouillage	**7** Mécanismes documentés	**19** Analyses juridiques sources	**65%** Part de marché mondial

SOURCES — ANALYSES JURIDIQUES COMPARATIVES

- ◆ CGV AWS · FR vs EN · 15 avril / 22 mai 2026
- ◆ CGV AWS · EN vs Droit britannique
- ◆ CGV GCP · DE vs EN · 4 ans de retard
- ◆ CGV Azure · MOSA · Architecture de dispersion
- ◆ CGV AWS · DE vs EN · Droit allemand
- ◆ CGV GCP · FR vs EN · août 2023 / juin 2026
- ◆ CGV GCP · EN vs Droit britannique
- ◆ Product Terms EES · FR vs EN · janv./juin 2026

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Paris

Ultimatum hyperscalers : 8 septembre 2026 · Opération Dindon

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971

GRADUS I · FONDATION

LE PRINCIPE DE CONCEPTION

LA FONCTION PRINCIPALE N'EST PAS CELLE DU CLIENT

⚠ CONSTAT FONDAMENTAL

Ces contrats ne sont pas mal rédigés. Ils sont **PARFAITEMENT RÉDIGÉS** — pour un objectif précis qui n'est pas celui du client. Un contrat commercial ordinaire encadre une relation d'échange mutuellement bénéfique. Ces contrats ont pour objet de **MAXIMISER LE COÛT DE SORTIE** tout en minimisant le coût d'entrée. Ce n'est pas un effet secondaire. C'est la fonction principale. Chaque clause analysée s'explique immédiatement dès qu'on lit le contrat avec cet objectif en tête plutôt qu'avec celui d'un acheteur de bonne foi.

GRADUS II · ARCHITECTURE

LES TROIS COUCHES SUPERPOSÉES ET CUMULATIVES

La machine est conçue pour que l'échec sur une couche soit compensé par les deux autres.

01
CONTRACTUEL
Non-résiliabilité · Clause de langue · Modification unilatérale · Renonciation aux droits légaux

02
TARIFAIRE
Egress fees 0,08-0,12 $/Go · Asymétrie entrée/sortie · Frais résiliation anticipée 12%

03
TECHNIQUE
APIs propriétaires non-portables · Services managés · Dépendance superlinéaire

◆ PRINCIPE D'INTERACTION DES COUCHES

Un client qui négocie un contrat résiliable reste bloqué par les egress fees et les APIs propriétaires. Un client qui contourne les egress fees reste bloqué par les engagements non résiliables. Un client qui construit une architecture ouverte reste bloqué par les Product Terms modifiés mensuellement. La sortie est systématiquement coûteuse, quelle que soit la stratégie adoptée.

CYCLE DE CAPTIVITÉ — 5 PHASES

ENTRE LIBREMENT — Coûts d'entrée faibles · Crédits offerts · APIs excellentes →
S'INSTALLE — Services bons · Documentation parfaite →
DÉPEND — APIs dans le code · Équipes certifiées →
S'ENGAGE — -30% sur 3 ans · Non-résiliabilité →
DÉCOUVRE — Trop tard · Trois couches simultanées

◆ LE CHOIX RATIONNEL DEVENU PIÈGE

Les Reserved Instances coûtent 30-40% moins cher que le on-demand. La réduction est réelle. Elle s'obtient au prix de la non-résiliabilité. Le client échange sa liberté contre une réduction tarifaire — choix rationnel à court terme qui devient piège à moyen terme. La machine ne force pas — elle convainc.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MÉCANISMES I À IV · COUCHE CONTRACTUELLE

LANGUE · INCORPORATION · NON-RÉSILIABILITÉ · PRIX

◆ MÉCANISME I · CLAUSE DE LANGUE — TROIS STRATÉGIES, UN SEUL RÉSULTAT

CRITIQUE · TOUS HYPERSCALERS

🇺🇸 **AWS · EN-TÊTE DE CHAQUE PAGE (FR · 15 AVRIL 2026) :**

> *"La traduction ci-dessous est fournie à des fins informatives uniquement. [...] la version anglaise prévaudra." — Stratégie : explicite · Retard : 37 jours · Illégal, transparent.*

🔵 **GCP · SECTION 14.18 DISSIMULÉE (FR FIGÉE AOÛT 2023 · EN JUIN 2026) :**

> *"Si le présent Contrat est traduit [...] la version anglaise prévaut." — Stratégie : dissimulée · Retard FR : 2 ans 9 mois · Retard DE : 4 ans · Illégal, opaque.*

🔷 **AZURE · FRAGMENTATION EN 6 COUCHES (MOSA + PRODUCT TERMS + DPA + SLA + OFFER DETAILS + PREVIEW) :**

> *"These terms were published on February 1, 2026 in English and were translated on February 9, 2026." — Stratégie : dissolution documentaire · Illégal, admis publiquement.*

◆ BASE JURIDIQUE COMMUNE

Loi Toubon art. 5 · Constitution art. 2 · Code Civil art. 1171 · Data Act (UE 2023/2854) art. 23

◆ MÉCANISME II · INCORPORATION PAR RÉFÉRENCE EN CASCADE

ÉLEVÉE · TOUS HYPERSCALERS

Le contrat signé renvoie aux Product Terms. Les Product Terms renvoient au DPA. Le DPA renvoie aux SLA. Les SLA renvoient à une documentation en ligne modifiable unilatéralement. La clause la plus contraignante se trouve toujours plusieurs couches en dessous du document signé.

🔷 **EES MICROSOFT · ABOUT THIS DOCUMENT (EN SEULEMENT) :**

> *"Updates that Microsoft makes from time to time to Use Rights apply to Customer as set forth in Customer's agreement." — Absent de la version française.*

◆ BASE JURIDIQUE

Code Civil art. 1119 : les conditions générales ne sont opposables que si portées à la connaissance de l'autre partie · art. 1193 : modification unilatérale interdite

◆ MÉCANISME III · NON-RÉSILIABILITÉ SÉLECTIVE — LE CŒUR DU VERROUILLAGE

CRITIQUE · AWS + AZURE

🇺🇸 **AWS SECTION 5.4.2 :**

> *"Savings Plans [...] are noncancellable [...] you will be charged for the duration [...] even if you terminate the Agreement."*

🔷 **AZURE EES · PLAN D'ÉCONOMIES (FR + EN IDENTIQUES) :**

> *"non annulable. Le Client devra s'acquitter du montant facturé pour la durée sélectionnée, même si le Contrat est résilié."*

◆ BASE JURIDIQUE

Code Civil art. 1171 · 1195 (imprévision) · Data Act art. 25 · BGB §309 Nr.5 (DE) · UCTA 1977 s.3 (UK)

◆ MÉCANISME IV · ASYMÉTRIE DE PRIX — FOURNISSEUR MODIFIE, CLIENT BLOQUÉ

CRITIQUE · AWS + GCP

🇺🇸 **AWS SECTION 50.12.3 · BEDROCK THROUGHPUT :**

> *"We may modify the pricing [...] at any time. [...] you will be charged for the duration [...] even if you terminate this Agreement."*

🔵 **GCP SECTION 2.6 (ABSENTE VERSION FR) :**

> *"Google may change the Fees at any time [...] If Customer objects to any change in Fees, Customer may terminate [...] under Section 8.5." — Mais la résiliation est elle-même soumise à restrictions financières.*

◆ BASE JURIDIQUE

Code Civil art. 1193 · Code Commerce L.442-1 · BGB §308 Nr.4 (DE) · CRA 2015 s.62 (UK)

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MÉCANISMES V À VII · SUSPENSION · RENONCIATION · CLIQUET · EGRESS

◆ MÉCANISME V · SUSPENSION SANS PRÉAVIS — OUTIL DE COERCITION SILENCIEUX

ÉLEVÉE · AWS + GCP

🇺🇸 AWS SECTION 1.4 :

> *"we may remove or disable access to any Prohibited Content without prior notice."*

La menace de suspension suffit à décourager toute contestation. Pas besoin de l'utiliser — son existence est le levier. Azure MOSA Section 3.c est plus protecteur : préavis 30 jours pour non-paiement — seul point où Azure est meilleur qu'AWS.

◆ BASE JURIDIQUE

Code Civil art. 1226 · Code Commerce L.442-1 II · CA 1998 s.18 (UK)

◆ MÉCANISME VI · RENONCIATION EMBOÎTÉE AUX DROITS LÉGAUX

CRITIQUE · EES MICROSOFT · ABSENT VERSION FRANÇAISE

🔷 EES MICROSOFT · CLAUSE PRÉSENTE EN · ABSENTE FR (JAN + JUIN 2026) :

> *"Customer agrees to waive any and all entitlements that would otherwise be applicable under the European Electronic Communications Code (Directive 2018/1972) Article 102 paragraphs 1, 3, and 5 ; Article 105 paragraph 1 ; and Article 107 paragraphs 1 and 3."*

Le ministère de l'Éducation nationale, signataire d'un accord-cadre de 152 M€, renonce contractuellement à des droits légaux européens sans que cette renonciation lui soit présentée dans sa langue.

◆ BASE JURIDIQUE

Loi Toubon art. 5 · Code Civil art. 1171 · Directive 2018/1972 art. 102/105/107 (ordre public)

◆ MÉCANISME VII · EFFET DE CLIQUET — LE CONTRAT QUI S'ÉCRIT APRÈS SIGNATURE

CRITIQUE · AZURE

🔷 EES MICROSOFT · SYNTHÈSE MODIFICATIONS · 1ER JUIN 2026 :

> *"Ajout de nouvelles conditions pour les Blocs de Capacité Azure." — Absent des versions jan., fév., avr. 2026. Introduit unilatéralement. Application automatique à tous contrats existants.*

◆ BASE JURIDIQUE

Code Civil art. 1193 · art. 1119 · BGB §305c (DE) — surprise contractuelle

GRADUS IV · COUCHE TARIFAIRE

EGRESS FEES — LE MUR D'ENCEINTE HORS CGV

FOURNISSEUR	EGRESS/GO (INTERNET)	POUR 100 TO	DANS LES CGV ?
AWS	0,08–0,09 $/Go	**8 000–9 000 €**	**NON · Grille tarifaire**
Google Cloud	0,08–0,12 $/Go	**8 000–12 000 €**	**NON · Grille tarifaire**
Microsoft Azure	0,07–0,09 $/Go	**7 000–9 000 €**	**PARTIEL**
1 Pétaoctet	**80 000 – 100 000 € avant migration technique**	**Non contractualisé**	

L'entrée dans le cloud est gratuite (ingestion = 0). La sortie est tarifée. La machine sépare soigneusement le contractuel du tarifaire pour maximiser l'opacité au moment de l'engagement. DATA ACT ART. 25 : CLAUSES FAISANT OBSTACLE AU CHANGEMENT DE FOURNISSEUR = INOPPOSABLES.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

VERROUILLAGE INVISIBLE · 4 RAISONS · CONCLUSION SYSTÉMIQUE

◆ GRADUS V · COUCHE TECHNIQUE

APIs propriétaires : Lambda/Cloud Functions/Azure Functions = interfaces non standardisées. Migration sans réécriture impossible.

Services managés : BigQuery/Redshift/Azure Synapse = dialectes SQL propriétaires, formats non portables. 10 ans de requêtes = projet de plusieurs mois pour migrer.

Effet réseau superlinéaire : passer de 10 services interconnectés coûte beaucoup plus que 10× le coût d'un seul. Chaque service supplémentaire augmente le coût de sortie de l'ensemble.

◆ GRADUS VI · CE QUI DISTINGUE CELA D'UNE PRATIQUE ORDINAIRE

Raison I — Échelle : AWS+GCP+Azure = 65%+ du marché mondial. Ce qui est normal pour un acteur parmi dix devient abus de position dominante pour un triopolle. GWB §19a · CA 1998 s.18 · L.442-1.

Raison II — Asymétrie d'information : les egress fees ne sont pas dans les CGV. La renonciation à la Directive 2018/1972 est en anglais uniquement. Constitutive du modèle, pas accidentelle.

Raison III — Violations du droit positif : Loi Toubon · art. 1171 CC · Data Act art. 23-25 · Directive 2018/1972. Des clauses illégales ne constituent pas un modèle commercial agressif — c'est un modèle non conforme.

Raison IV — Conception délibérée : rédigés par des équipes juridiques de premier rang, testés dans plusieurs juridictions, modifiés régulièrement. La clause Waiver Directive 2018/1972 ne figure qu'en anglais par accident ?

GRADUS VII · CONCLUSION SYSTÉMIQUE

MÉCANISME	AWS	GCP	AZURE
Substitution linguistique	Explicite · chaque page	Dissimulée s.14.18	Fragmentée · 6 couches
Non-résiliabilité	s.5.4.2 · 5.5 · 50.12.3	Engagements / s.2.1	Savings Plans · Blocs
Remboursement si résiliation	Prorata si AWS résilie ✓	Aucun · s.8.8	12% frais + 50k$/an
Modification mensuelle auto	Irrégulière · datée	Irrégulière · datée	Mensuelle · sans notif.
Data Act Addendum	✓ s.1.28	Absent	Absent MOSA/EES
Renonciation droits UE	Waiver partiel	Waiver partiel	Dir. 2018/1972 · EN seul.

◆ CONCLUSION — UNE CLAUSE ABUSIVE VS UN SYSTÈME

Une clause abusive est un problème pour le juge civil. Un système conçu délibérément pour créer de la dépendance, s'appuyant sur des clauses illégales, à l'échelle d'un marché à 65% de concentration — c'est un problème pour le régulateur de concurrence. Le **Bundeskartellamt §19a GWB**, la **CMA CA 1998 s.18** et la **DGCCRF L.442-1** ont les outils pour adresser le niveau système. Ce document et les dix-neuf analyses qui le fondent constituent ensemble les deux faces du même dossier : clause par clause, et système cohérent. Les deux sont nécessaires pour que les régulateurs agissent.

Sources : CGV AWS (FR/EN/DE · avril-mai 2026) · CGV GCP (FR/EN/DE · 2022-2026) · MOSA Azure (2019) · Product Terms MOSA & EES (jan.-juin 2026) · Débat parlementaire n°5312 · Usine Digitale mars 2026 · Rapport Cour des comptes souveraineté numérique

Summum ius, summa iniuria — Cicéron · Nemo supra legem est

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

🇫🇷 VERSION FRANÇAISE · DESTINATAIRE : DGCCRF · CNIL · ARCEP

LA MACHINE DE GUERRE CONTRACTUELLE

Anatomie Complète · Version Française

Déconstruction systémique du vendor lock-in hyperscaler
fondée sur dix-neuf analyses juridiques des CGV AWS · GCP · Azure
à destination de la DGCCRF · CNIL · ARCEP · Régulateurs européens

MACHINA

BASE LÉGALE FRANÇAISE

- ◆ Loi Toubon n°94-665 art. 5
- ◆ Code Civil art. 1119 · 1171 · 1193 · 1195
- ◆ Code Commerce L.442-1
- ◆ Data Act (UE 2023/2854) art. 23 · 25
- ◆ Directive 2018/1972 art. 102 · 105 · 107
- ◆ Constitution art. 2
- ◆ Code Civil art. 1217 · 1226
- ◆ Code Conso L.212-1 · R.212-2
- ◆ Arrêt Chronopost 1996
- ◆ RGPD art. 5 · 6 · 13-14

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Paris

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique

PRINCIPE DE CONCEPTION · ARCHITECTURE TROIS COUCHES · CYCLE DE CAPTIVITÉ

⚠ CONSTAT FONDAMENTAL

Ces contrats ne sont pas mal rédigés. Ils sont **PARFAITEMENT RÉDIGÉS** pour un objectif précis qui n'est pas celui du client : **MAXIMISER LE COÛT DE SORTIE** tout en minimisant le coût d'entrée. Ce n'est pas un effet secondaire — c'est la fonction principale. Chaque clause analysée s'explique immédiatement dès qu'on lit le contrat avec cet objectif.

01
CONTRACTUEL
Non-résiliabilité · Clause de langue · Modification unilatérale · Renonciation aux droits légaux

02
TARIFAIRE
Egress fees 0,08–0,12 $/Go · Asymétrie entrée/sortie · Frais résiliation 12% (Azure)

03
TECHNIQUE
APIs propriétaires · Services managés · Dépendance superlinéaire au portefeuille

◆ PRINCIPE D'INTERACTION

Un client qui négocie un contrat résiliable reste bloqué par les egress fees. Un client qui contourne les egress fees reste bloqué par les engagements non résiliables. Un client qui construit une architecture ouverte reste bloqué par les Product Terms modifiés mensuellement. La sortie est systématiquement coûteuse, quelle que soit la stratégie.

CYCLE DE CAPTIVITÉ — 5 PHASES

ENTRE		S'INSTALLE		DÉPEND		S'ENGAGE		DÉCOUVRE
Crédits offerts · APIs excellentes · Coût nul	→	Services parfaits · Documentation complète	→	APIs dans le code · Équipes certifiées	→	-30% sur 3 ans · Non-résiliabilité	→	Trop tard · Trois couches actives

◆ LE CHOIX RATIONNEL DEVENU PIÈGE

STRUCTUREL

Les Reserved Instances coûtent 30–40% moins cher que le on-demand. La réduction est réelle. Elle s'obtient au prix de la non-résiliabilité. Le client échange sa liberté contre une réduction tarifaire — choix rationnel à court terme qui devient piège à moyen terme. **Code Civil art. 1171** : déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion = réputé non écrit. **Data Act art. 25** : tout obstacle contractuel au changement de fournisseur = inopposable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LANGUE · INCORPORATION EN CASCADE · NON-RÉSILIABILITÉ · ASYMÉTRIE DE PRIX

◆ MEC. I · CLAUSE DE LANGUE — 3 STRATÉGIES, 1 RÉSULTAT

CRITIQUE · TOUS HYPERSCALERS

AWS (EN-TÊTE DE CHAQUE PAGE FR) :

> *"La traduction [...] est fournie à des fins informatives uniquement. [...] la version anglaise prévaudra." — Retard : 37 jours · Explicite · Illégal.*

GCP (SECTION 14.18, FIGÉE AOÛT 2023) :

> *"[...] la version anglaise prévaut." — Retard FR : 2 ans 9 mois · 13 MàJ manquantes · Dissimulée.*

AZURE MOSA (6 COUCHES, PRODUCT TERMS MENSUELS) :

> *"Published February 1, 2026 in English, translated February 9, 2026." — Admis publiquement · Fragmentation documentaire.*

◆ VIOLATION

Loi Toubon art. 5 · Constitution art. 2 · Code Civil art. 1171 · Data Act art. 23

◆ MEC. II · INCORPORATION EN CASCADE — CLAUSE HORS DOCUMENT SIGNÉ

ÉLEVÉE

EES MICROSOFT · "ABOUT THIS DOCUMENT" (VERSION EN SEULEMENT) :

> *"Updates that Microsoft makes from time to time to Use Rights apply to Customer as set forth in Customer's agreement." — Absent de la version française. Opposable via incorporation par référence.*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1119 : conditions générales opposables seulement si portées à la connaissance de l'autre partie · **art. 1193** : modification unilatérale interdite

◆ MEC. III · NON-RÉSILIABILITÉ SÉLECTIVE — LE CŒUR DU VERROUILLAGE

CRITIQUE · AWS + AZURE

AWS SECTION 5.5 · CAPACITY BLOCKS :

> *"cannot be canceled nor modified [...] full price nonrefundable [...] last 30 minutes we may terminate your instances without notice."*

AZURE EES · PLAN D'ÉCONOMIES (FR + EN IDENTIQUES) :

> *"non annulable. Le Client devra s'acquitter du montant [...] même si le Contrat est résilié."*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1171 · 1195 · 1217 · Arrêt Chronopost 1996 · Code Conso L.212-1 · Data Act art. 25

◆ MEC. IV · ASYMÉTRIE DE PRIX — FOURNISSEUR MODIFIE, CLIENT BLOQUÉ

CRITIQUE

AWS SECTION 50.12.3 · BEDROCK :

> *"modify the pricing [...] at any time. [...] charged for the duration [...] even if you terminate this Agreement."*

GCP SECTION 2.6 (ABSENTE VERSION FR 2023) :

> *"Google may change the Fees at any time." — Clause inconnue des clients français mais opposable.*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1193 · Code Commerce L.442-1 · Code Conso R.212-2

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SUSPENSION · RENONCIATION DROITS EU · CLIQUET MENSUEL · EGRESS FEES

◆ MEC. V · SUSPENSION SANS PRÉAVIS — ÉLEVÉE

AWS Section 1.4 :

> *"remove or disable access [...] without prior notice."*

La menace de suspension suffit à décourager toute contestation. Azure MOSA Section 3.c prévoit 30 jours de préavis pour non-paiement — seul point où Azure est meilleur qu'AWS sur ce critère. **Code Civil art. 1226 · L.442-1 II Code Commerce.**

◆ MEC. VI · RENONCIATION DROITS UE — ABSENTE VERSION FRANÇAISE — CRITIQUE · EES · 152 M€ ÉDUCATION NATIONALE

EES MICROSOFT — VERSION ANGLAISE SEULEMENT (JAN + JUIN 2026) :

> *"Customer agrees to waive any and all entitlements [...] under the European Electronic Communications Code (Directive 2018/1972) Article 102 paras 1, 3, 5 ; Article 105 para 1 ; Article 107 paras 1 and 3."*

◆ VIOLATION · MARCHÉ PUBLIC 152 M€

Le ministère de l'Éducation nationale renonce à des protections légales européennes sans que cette renonciation lui soit présentée en français. **Loi Toubon art. 5 · Code Civil art. 1171 · Directive 2018/1972 art. 102/105/107** (ordre public).

◆ MEC. VII · EFFET DE CLIQUET — CONTRAT QUI S'ÉCRIT APRÈS SIGNATURE — CRITIQUE · AZURE

EES MICROSOFT · SYNTHÈSE MODIFICATIONS · 1ER JUIN 2026 :

> *"Ajout de nouvelles conditions pour les Blocs de Capacité Azure." — Absent des versions jan./fév./avr. 2026. Application automatique à tous contrats existants.*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1193 · art. 1119 · Accord-cadre Éducation nationale signé mars 2025 : clauses ajoutées après signature sans accord du ministère.

GRADUS IV · EGRESS FEES — LE MUR D'ENCEINTE HORS CGV

Fournisseur	Egress/Go	100 To	Dans CGV ?
AWS	0,08–0,09 $/Go	**8–9 k€**	**NON**
GCP	0,08–0,12 $/Go	**8–12 k€**	**NON**
Azure	0,07–0,09 $/Go	**7–9 k€**	**PARTIEL**
1 Pétaoctet	**80 000–100 000 € avant migration**	**Non contractualisé**	

L'entrée est gratuite, la sortie est tarifée. La machine sépare contractuel et tarifaire pour maximiser l'opacité à la signature. **Data Act art. 25** : obstacle au changement = inopposable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

COUCHE TECHNIQUE · QUATRE RAISONS · TABLEAU COMPARATIF · CONCLUSION

◆ GRADUS V · COUCHE TECHNIQUE

APIs propriétaires : Lambda/Cloud Functions/Azure Functions = non standardisées. Migration impossible sans réécriture.

Services managés : BigQuery/Redshift/Azure Synapse = SQL propriétaire. 10 ans de requêtes = mois de migration.

Effet superlinéaire : chaque service supplémentaire augmente le coût de sortie de l'ensemble.

◆ GRADUS VI · 4 RAISONS QUI DISTINGUENT CELA

I — Échelle : 65%+ marché mondial → abus de position dominante. **L.442-1**.

II — Asymétrie d'information : egress fees hors CGV · renonciation Directive 2018/1972 en anglais uniquement · constitutive du modèle.

III — Droit positif violé : Loi Toubon · art. 1171 CC · Data Act art. 23-25 · Directive 2018/1972.

IV — Conception délibérée : équipes juridiques de premier rang · testés dans plusieurs juridictions · la clause Waiver n'est pas en anglais seulement par accident.

Mécanisme	AWS	GCP	Azure
Substitution linguistique	Explicite · chaque page	Dissimulée s.14.18	Fragmentée · 6 couches
Non-résiliabilité	s.5.4.2 · 5.5 · 50.12.3	s.2.1 · engagements	Savings Plans · Blocs
Remboursement si résiliation	Prorata si AWS résilie ✓	Aucun · s.8.8	12% frais + 50k$/an
Data Act Addendum	✓ s.1.28	Absent	Absent MOSA/EES
Renonciation droits UE	Partiel	Partiel	Dir. 2018/1972 · EN seul.

◆ GRADUS VII · CONCLUSION — CLAUSE VS SYSTÈME

Une clause abusive est un problème pour le juge civil. Un système conçu délibérément pour créer de la dépendance, s'appuyant sur des clauses illégales, à l'échelle d'un marché à 65% de concentration — c'est un problème pour le régulateur de concurrence. La **DGCCRF** dispose du **Code Commerce L.442-1**. Ce dossier et les dix-neuf analyses qui le fondent constituent les deux faces du même dossier : clause par clause, et système cohérent. Les deux sont nécessaires pour agir.

Summum ius, summa iniuria* — Cicéron · *Nemo supra legem est

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

ÉTUDE SYSTÉMIQUE · DOCUMENT PUBLIC · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA MACHINE DE GUERRE CONTRACTUELLE

The Contractual War Machine · Die Vertragliche Kriegsmaschine

🇫🇷 FRANÇAIS

Destinataire : **DGCCRF · CNIL · ARCEP**
Base légale : Loi Toubon · Code Civil · Data Act
Marché : France entière

🇬🇧 ENGLISH

Recipient: **CMA · FCA · ICO**
Legal basis: UCTA 1977 · CRA 2015 · CA 1998
Market: United Kingdom

🇩🇪 DEUTSCH

Empfänger: **Bundeskartellamt · BMWi**
Rechtsgrundlage: BGB §§ 305c/307 · GWB §19a
Markt: Deutschland

MACHINA

3 Couches · Layers · Ebenen	**7** Mécanismes · Mechanisms · Mechanismen	**19** Analyses · Legal analyses · Rechtsanalysen	**65%** Part de marché mondiale

Sources : CGV AWS (FR/EN/DE · avr.–mai 2026) · CGV GCP (FR/EN/DE · 2022–2026)
MOSA Azure (mars 2019) · Product Terms MOSA & EES (janv.–juin 2026)
Débat parlementaire n°5312 · Usine Digitale mars 2026 · CMA Cloud Market Study 2023

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Paris le 10 Juin 2026 · Document public · CC BY-NC-SA 4.0

🇫🇷 VERSION FRANÇAISE · DESTINATAIRE : DGCCRF · CNIL · ARCEP

LA MACHINE DE GUERRE CONTRACTUELLE

Anatomie Complète · Version Française

Déconstruction systémique du vendor lock-in hyperscaler
fondée sur dix-neuf analyses juridiques des CGV AWS · GCP · Azure
à destination de la DGCCRF · CNIL · ARCEP · Régulateurs européens

MACHINA

BASE LÉGALE FRANÇAISE

- ◆ Loi Toubon n°94-665 art. 5
- ◆ Code Civil art. 1119 · 1171 · 1193 · 1195
- ◆ Code Commerce L.442-1
- ◆ Data Act (UE 2023/2854) art. 23 · 25
- ◆ Directive 2018/1972 art. 102 · 105 · 107
- ◆ Constitution art. 2
- ◆ Code Civil art. 1217 · 1226
- ◆ Code Conso L.212-1 · R.212-2
- ◆ Arrêt Chronopost 1996
- ◆ RGPD art. 5 · 6 · 13-14

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique

⚠ CONSTAT FONDAMENTAL

Ces contrats ne sont pas mal rédigés. Ils sont **PARFAITEMENT RÉDIGÉS** pour un objectif précis qui n'est pas celui du client : **MAXIMISER LE COÛT DE SORTIE** tout en minimisant le coût d'entrée. Ce n'est pas un effet secondaire — c'est la fonction principale. Chaque clause analysée s'explique immédiatement dès qu'on lit le contrat avec cet objectif.

01 CONTRACTUEL	02 TARIFAIRE	03 TECHNIQUE
Non-résiliabilité · Clause de langue · Modification unilatérale · Renonciation aux droits légaux	Egress fees 0,08–0,12 $/Go · Asymétrie entrée/sortie · Frais résiliation 12% (Azure)	APIs propriétaires · Services managés · Dépendance superlinéaire au portefeuille

◆ PRINCIPE D'INTERACTION

Un client qui négocie un contrat résiliable reste bloqué par les egress fees. Un client qui contourne les egress fees reste bloqué par les engagements non résiliables. Un client qui construit une architecture ouverte reste bloqué par les Product Terms modifiés mensuellement. La sortie est systématiquement coûteuse, quelle que soit la stratégie.

CYCLE DE CAPTIVITÉ — 5 PHASES

ENTRE	→	S'INSTALLE	→	DÉPEND	→	S'ENGAGE	→	DÉCOUVRE
Crédits offerts · APIs excellentes · Coût nul	→	Services parfaits · Documentation complète	→	APIs dans le code · Équipes certifiées	→	-30% sur 3 ans · Non-résiliabilité	→	Trop tard · Trois couches actives

◆ LE CHOIX RATIONNEL DEVENU PIÈGE — STRUCTUREL

Les Reserved Instances coûtent 30–40% moins cher que le on-demand. La réduction est réelle. Elle s'obtient au prix de la non-résiliabilité. Le client échange sa liberté contre une réduction tarifaire — choix rationnel à court terme qui devient piège à moyen terme. **CODE CIVIL ART. 1171** : déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion = réputé non écrit. **DATA ACT ART. 25** : tout obstacle contractuel au changement de fournisseur = inopposable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LANGUE · INCORPORATION EN CASCADE · NON-RÉSILIABILITÉ · ASYMÉTRIE DE PRIX

◆ MEC. I · CLAUSE DE LANGUE — 3 STRATÉGIES, 1 RÉSULTAT

CRITIQUE · TOUS HYPERSCALERS

AWS (en-tête de chaque page FR) :

> *"La traduction [...] est fournie à des fins informatives uniquement. [...] la version anglaise prévaudra." — Retard : 37 jours · Explicite · Illégal.*

GCP (Section 14.18, figée août 2023) :

> *"[...] la version anglaise prévaut." — Retard FR : 2 ans 9 mois · 13 MàJ manquantes · Dissimulée.*

Azure MOSA (6 couches, Product Terms mensuels) :

> *"Published February 1, 2026 in English, translated February 9, 2026." — Admis publiquement · Fragmentation documentaire.*

◆ VIOLATION

Loi Toubon art. 5 · Constitution art. 2 · Code Civil art. 1171 · Data Act art. 23

◆ MEC. II · INCORPORATION EN CASCADE — CLAUSE HORS DOCUMENT SIGNÉ

ÉLEVÉE

EES Microsoft · "About this Document" (version EN seulement) :

> *"Updates that Microsoft makes from time to time to Use Rights apply to Customer as set forth in Customer's agreement." — Absent de la version française. Opposable via incorporation par référence.*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1119 : conditions générales opposables seulement si portées à la connaissance de l'autre partie · **art. 1193** : modification unilatérale interdite

◆ MEC. III · NON-RÉSILIABILITÉ SÉLECTIVE — LE CŒUR DU VERROUILLAGE

CRITIQUE · AWS + AZURE

AWS Section 5.5 · Capacity Blocks :

> *"cannot be canceled nor modified [...] full price nonrefundable [...] last 30 minutes we may terminate your instances without notice."*

Azure EES · Plan d'économies (FR + EN identiques) :

> *"non annulable. Le Client devra s'acquitter du montant [...] même si le Contrat est résilié."*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1171 · 1195 · 1217 · Arrêt Chronopost 1996 · Code Conso L.212-1 · Data Act art. 25

◆ MEC. IV · ASYMÉTRIE DE PRIX — FOURNISSEUR MODIFIE, CLIENT BLOQUÉ

CRITIQUE

AWS Section 50.12.3 · Bedrock :

> *"modify the pricing [...] at any time. [...] charged for the duration [...] even if you terminate this Agreement."*

GCP Section 2.6 (absente version FR 2023) :

> *"Google may change the Fees at any time." — Clause inconnue des clients français mais opposable.*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1193 · Code Commerce L.442-1 · Code Conso R.212-2

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

◆ MEC. V · SUSPENSION SANS PRÉAVIS — ÉLEVÉE

AWS Section 1.4 :

> *"remove or disable access [...] without prior notice."*

La menace de suspension suffit à décourager toute contestation. Azure MOSA Section 3.c prévoit 30 jours de préavis pour non-paiement — seul point où Azure est meilleur qu'AWS sur ce critère. **Code Civil art. 1226 · L.442-1 II Code Commerce.**

◆ MEC. VI · RENONCIATION DROITS UE — ABSENTE VERSION FRANÇAISE — CRITIQUE · EES · 152 M€ ÉDUCATION NATIONALE

EES MICROSOFT — VERSION ANGLAISE SEULEMENT (JAN + JUIN 2026) :

> *"Customer agrees to waive any and all entitlements [...] under the European Electronic Communications Code (Directive 2018/1972) Article 102 paras 1, 3, 5 ; Article 105 para 1 ; Article 107 paras 1 and 3."*

◆ VIOLATION · MARCHÉ PUBLIC 152 M€

Le ministère de l'Éducation nationale renonce à des protections légales européennes sans que cette renonciation lui soit présentée en français. **Loi Toubon art. 5 · Code Civil art. 1171 · Directive 2018/1972 art. 102/105/107** (ordre public).

◆ MEC. VII · EFFET DE CLIQUET — CONTRAT QUI S'ÉCRIT APRÈS SIGNATURE — CRITIQUE · AZURE

EES MICROSOFT · SYNTHÈSE MODIFICATIONS · 1ER JUIN 2026 :

> *"Ajout de nouvelles conditions pour les Blocs de Capacité Azure." — Absent des versions jan./fév./avr. 2026. Application automatique à tous contrats existants.*

◆ VIOLATION

Code Civil art. 1193 · art. 1119 · Accord-cadre Éducation nationale signé mars 2025 : clauses ajoutées après signature sans accord du ministère.

GRADUS IV · EGRESS FEES — LE MUR D'ENCEINTE HORS CGV

Fournisseur	Egress/Go	100 To	Dans CGV ?
AWS	0,08–0,09 $/Go	**8–9 k€**	**NON**
GCP	0,08–0,12 $/Go	**8–12 k€**	**NON**
Azure	0,07–0,09 $/Go	**7–9 k€**	**PARTIEL**
1 Pétaoctet	**80 000–100 000 € avant migration**	**Non contractualisé**	

L'entrée est gratuite, la sortie est tarifée. La machine sépare contractuel et tarifaire pour maximiser l'opacité à la signature. **Data Act art. 25** : obstacle au changement = inopposable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

COUCHE TECHNIQUE · QUATRE RAISONS · TABLEAU COMPARATIF · CONCLUSION

◆ GRADUS V · COUCHE TECHNIQUE

APIs propriétaires : Lambda/Cloud Functions/Azure Functions = non standardisées. Migration impossible sans réécriture.

Services managés : BigQuery/Redshift/Azure Synapse = SQL propriétaire. 10 ans de requêtes = mois de migration.

Effet superlinéaire : chaque service supplémentaire augmente le coût de sortie de l'ensemble.

◆ GRADUS VI · 4 RAISONS QUI DISTINGUENT CELA

I — Échelle : 65%+ marché mondial → abus de position dominante. **L.442-1.**

II — Asymétrie d'information : egress fees hors CGV · renonciation Directive 2018/1972 en anglais uniquement · constitutive du modèle.

III — Droit positif violé : Loi Toubon · art. 1171 CC · Data Act art. 23-25 · Directive 2018/1972.

IV — Conception délibérée : équipes juridiques de premier rang · testés dans plusieurs juridictions · la clause Waiver n'est pas en anglais seulement par accident.

Mécanisme	AWS	GCP	Azure
Substitution linguistique	Explicite · chaque page	Dissimulée s.14.18	Fragmentée · 6 couches
Non-résiliabilité	s.5.4.2 · 5.5 · 50.12.3	s.2.1 · engagements	Savings Plans · Blocs
Remboursement si résiliation	Prorata si AWS résilie ✓	Aucun · s.8.8	12% frais + 50k$/an
Data Act Addendum	✓ s.1.28	Absent	Absent MOSA/EES
Renonciation droits UE	Partiel	Partiel	Dir. 2018/1972 · EN seul.

◆ GRADUS VII · CONCLUSION — CLAUSE VS SYSTÈME

Une clause abusive est un problème pour le juge civil. Un système conçu délibérément pour créer de la dépendance, s'appuyant sur des clauses illégales, à l'échelle d'un marché à 65% de concentration — c'est un problème pour le régulateur de concurrence. La **DGCCRF** dispose du **Code Commerce L.442-1**. Ce dossier et les dix-neuf analyses qui le fondent constituent les deux faces du même dossier : clause par clause, et système cohérent. Les deux sont nécessaires pour agir.

Summum ius, summa iniuria — Cicéron · Nemo supra legem est

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

🇬🇧 ENGLISH VERSION · RECIPIENT: CMA · FCA · ICO

THE CONTRACTUAL WAR MACHINE

Complete Anatomy · English Version

Systemic deconstruction of hyperscaler vendor lock-in
based on nineteen legal analyses of AWS · GCP · Azure terms
addressed to the CMA · FCA · ICO · European regulators

UK LEGAL BASIS

- ◆ UCTA 1977 s. 3 (reasonableness test)
- ◆ SGSA 1982 s. 13 (implied terms)
- ◆ Hadley v Baxendale [1854]
- ◆ Smith v Eric S Bush [1990]
- ◆ EU Data Act (2023/2854) art. 23 · 25
- ◆ CRA 2015 s. 62 (unfair terms)
- ◆ Competition Act 1998 s. 18
- ◆ Interfoto v Stiletto [1989]
- ◆ CMA Cloud Market Study 2023
- ◆ UK GDPR art. 5 · 6 · 13-14

Amine Raiti · Infrastructure Architect & SRE

Public document · CC BY-NC-SA 4.0 · Not legal advice

⚠ CORE FINDING

These contracts are not poorly drafted. They are **PERFECTLY DRAFTED** for a precise objective that is not the customer's: to **MAXIMISE EXIT COSTS** while minimising entry costs. This is not a side effect — it is the primary function. Every clause analysed becomes immediately explicable when read with this objective in mind rather than through the lens of a good-faith buyer.

01 CONTRACTUAL	02 PRICING	03 TECHNICAL
Non-cancellability · Language clause · Unilateral modification · Waiver of legal rights	Egress fees 0.08–0.12 $/GB · Entry/exit asymmetry · Early termination fees 12% (Azure)	Proprietary APIs · Managed services · Superlinear portfolio dependency

◆ INTERACTION PRINCIPLE

A customer who negotiates a cancellable contract remains locked in by egress fees. A customer who circumvents egress fees remains locked in by non-cancellable commitments. A customer who builds an open architecture remains locked in by monthly Product Terms updates. Exit is systematically costly regardless of strategy.

CAPTIVITY CYCLE — 5 PHASES

ENTERS	→	SETTLES	→	DEPENDS	→	COMMITS	→	DISCOVERS
Free credits · Excellent APIs · Zero entry cost		Good services · Perfect docs		APIs in codebase · Teams certified		−30% over 3 yrs · Non-cancellable		Too late · Three layers active

◆ THE RATIONAL CHOICE THAT BECAME A TRAP — STRUCTURAL

Reserved Instances cost 30–40% less than on-demand. The saving is real. It comes at the price of non-cancellability. The customer trades freedom for a price reduction — a rational short-term choice that becomes a medium-term trap. **UCTA 1977 s. 3**: unreasonable exclusion of liability = unenforceable. **CRA 2015 Sch. 2**: terms creating significant imbalance = unfair. **EU Data Act art. 25**: contractual obstacles to switching cloud providers = unenforceable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LANGUAGE · CASCADE INCORPORATION · NON-CANCELLABILITY · PRICE ASYMMETRY

◆ MEC. I · LANGUAGE CLAUSE — 3 STRATEGIES, 1 RESULT

CRITICAL · ALL HYPERSCALERS

AWS (HEADER OF EVERY PAGE — FR VERSION):

> *"The following translation is provided for informational purposes only. [...] the English version will prevail." — Gap: 37 days · Explicit · Unlawful.*

GCP (SECTION 14.18, FROZEN AUGUST 2023):

> *"[...] the English text will govern." — FR gap: 2 yrs 9 mths · 13 missed updates · Concealed.*

AZURE MOSA (6-LAYER FRAGMENTATION, MONTHLY PRODUCT TERMS):

> *"Published February 1, 2026 in English, translated February 9, 2026." — Self-admitted · Documentary dissolution.*

◆ LEGAL BASIS

INTERFOTO V STILETTO [1989]: onerous terms must be drawn to attention · **CRA 2015 SCH. 2 PARA. 1(I)** · **EU DATA ACT ART. 23**

◆ MEC. II · CASCADE INCORPORATION — CLAUSE OUTSIDE SIGNED DOCUMENT

HIGH

EES MICROSOFT · "ABOUT THIS DOCUMENT" (EN VERSION ONLY):

> *"Updates that Microsoft makes from time to time to Use Rights apply to Customer as set forth in Customer's agreement." — Absent from French version. Enforceable via incorporation by reference.*

◆ LEGAL BASIS

INTERFOTO V STILETTO [1989] · **UCTA 1977 S. 3**: customer must be given fair notice of terms · **CRA 2015 S. 68**: terms must be transparent and prominent

◆ MEC. III · SELECTIVE NON-CANCELLABILITY — THE CORE LOCK-IN

CRITICAL · AWS + AZURE

AWS SECTION 5.5 · CAPACITY BLOCKS:

> *"cannot be canceled nor modified [...] full price nonrefundable [...] last 30 minutes we may terminate your instances without notice."*

AZURE EES · SAVINGS PLAN (IDENTICAL FR + EN):

> *"noncancellable. Customer will owe the amount charged [...] even if the Agreement is terminated."*

◆ LEGAL BASIS

UCTA 1977 S. 3: reasonableness test · **HADLEY V BAXENDALE [1854]** · **CRA 2015 SCH. 2** · **EU DATA ACT ART. 25**

◆ MEC. IV · PRICE ASYMMETRY — SUPPLIER MODIFIES, CUSTOMER LOCKED

CRITICAL

AWS SECTION 50.12.3 · BEDROCK:

> *"modify the pricing [...] at any time. [...] charged for the duration [...] even if you terminate this Agreement."*

GCP SECTION 2.6 (ABSENT FROM FR VERSION 2023):

> *"Google may change the Fees at any time." — Unknown to French customers but enforceable.*

◆ LEGAL BASIS

UCTA 1977 S. 3 · **CRA 2015 S. 62** · **SMITH V ERIC S BUSH [1990]** · **CA 1998 S. 18** (abuse of dominant position)

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SUSPENSION · RIGHTS WAIVER · RATCHET EFFECT · EGRESS FEES

◆ MEC. V · SUSPENSION WITHOUT NOTICE — HIGH

AWS Section 1.4:

> *"remove or disable access [...] without prior notice."*

The threat of suspension is sufficient to deter any challenge. Azure MOSA Section 3.c provides 30 days' notice for non-payment — the one point where Azure outperforms AWS on this criterion. **CA 1998 s. 18 · CRA 2015 Sch. 2 para. 1(b)**: right to suspend must not be exercised in a disproportionate manner.

◆ MEC. VI · WAIVER OF EU RIGHTS — ENGLISH VERSION ONLY — CRITICAL · EES MICROSOFT

EES Microsoft — English version only (Jan + Jun 2026):

> *"Customer agrees to waive any and all entitlements [...] under the European Electronic Communications Code (Directive 2018/1972) Article 102 paras 1, 3, 5 ; Article 105 para 1 ; Article 107 paras 1 and 3."*

◆ LEGAL BASIS

The French Ministry of Education waives EU legal protections without this waiver being presented to it in its own language. **Interfoto v Stiletto [1989]**: onerous clauses must be explicitly drawn to the other party's attention before or at the time of contracting.

◆ MEC. VII · RATCHET EFFECT — CONTRACT WRITTEN AFTER SIGNING — CRITICAL · AZURE

EES Microsoft · Summary of Changes · June 1, 2026:

> *"New terms added for Azure Capacity Blocks." — Absent from Jan/Feb/Apr 2026 versions. Applied automatically to all existing contracts.*

◆ LEGAL BASIS

UCTA 1977 s. 3 · **Interfoto v Stiletto [1989]** · CMA Cloud Market Study 2023: identified switching barriers as primary competition concern.

GRADUS IV · EGRESS FEES — THE WALL OUTSIDE THE CONTRACT

Provider	Egress/GB	100 TB	In T&Cs?
AWS	$0.08–0.09/GB	£7–8k	NO
GCP	$0.08–0.12/GB	£7–10k	NO
Azure	$0.07–0.09/GB	£6–8k	PARTIAL
1 Petabyte	**£70,000–90,000 before technical migration**	**Not contractualised**	

Entry is free, exit is priced. The machine deliberately separates contractual from pricing to maximise opacity at signature. **EU Data Act art. 25 · CA 1998 s. 18**: obstacle to switching = potentially unenforceable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

◆ GRADUS V · TECHNICAL LAYER

Proprietary APIs: Lambda/Cloud Functions/Azure Functions = non-standardised. Migration requires full rewrite.

Managed services: BigQuery/Redshift/Azure Synapse = proprietary SQL dialects. 10 years of queries = months of migration.

Superlinear effect: each additional service increases the cost of exiting all others.

◆ GRADUS VI · 4 REASONS THIS IS DIFFERENT

I — Scale: 65%+ global market → potential abuse of dominance. **CA 1998 s. 18**.

II — Information asymmetry: egress fees outside T&Cs · Directive 2018/1972 waiver in English only · constitutive, not accidental.

III — Positive law violated: UCTA 1977 · CRA 2015 · CA 1998 s.18 · EU Data Act art. 23–25.

IV — Deliberate design: drafted by top-tier legal teams · tested across jurisdictions · the waiver clause is not in English only by accident. CMA 2023 Study identified switching barriers — no enforcement followed.

Mechanism	AWS	GCP	Azure
Language substitution	Explicit · every page	Concealed s.14.18	Fragmented · 6 layers
Non-cancellability	s.5.4.2 · 5.5 · 50.12.3	s.2.1 · commitments	Savings Plans · Blocks
Refund on termination	Pro-rata if AWS terminates ✓	None · s.8.8	12% fee + $50k/yr cap
Data Act Addendum	✓ s.1.28	Absent	Absent MOSA/EES
EU rights waiver	Partial	Partial	Dir. 2018/1972 · EN only

◆ GRADUS VII · CONCLUSION — CLAUSE VS SYSTEM

An unfair clause is a problem for the civil courts. A system deliberately designed to create dependency, relying on unlawful clauses, at the scale of a 65% concentrated market — that is a problem for the competition regulator. The **CMA** holds the **Competition Act 1998 s. 18**. Its own 2023 Cloud Market Study identified switching barriers as a primary concern. No formal enforcement has followed. This document and the nineteen analyses underpinning it constitute the two faces of the same case: clause by clause, and as a coherent system. Both are necessary for regulators to act.

Nemo supra legem est · Summum ius, summa iniuria — Cicero

Public document · CC BY-NC-SA 4.0 · Not legal advice · Amine RAITI

🇩🇪 DEUTSCHE FASSUNG · EMPFÄNGER: BUNDESKARTELLAMT · BMWI

DIE VERTRAGLICHE KRIEGSMASCHINE

VOLLSTÄNDIGE ANATOMIE · DEUTSCHE FASSUNG

Systemische Dekonstruktion des Hyperscaler-Vendor-Lockins
auf Grundlage von neunzehn Rechtsanalysen der AGBs von AWS · GCP · Azure
gerichtet an Bundeskartellamt · BMWi · Europäische Regulierungsbehörden

MACHINA

DEUTSCHE RECHTSGRUNDLAGE

- ◆ BGB § 305c (überraschende Klauseln)
- ◆ BGB § 307 Abs. 1 S. 2 (Transparenzgebot)
- ◆ BGB § 309 Nr. 5 · 7 · 8b (Klauselverbote)
- ◆ GWB § 19 / § 19a (Marktmacht · GAIA)
- ◆ EU Data Act (2023/2854) Art. 23 · 25
- ◆ BGB § 307 Abs. 1 (unangemessene Benachteiligung)
- ◆ BGB § 308 Nr. 4 (Leistungsänderung)
- ◆ BGB § 314 (außerordentliche Kündigung)
- ◆ GG Art. 103 (rechtliches Gehör)
- ◆ DSGVO Art. 5 · 6 · 13-14

AMINE RAITI · Infrastrukturarchitekt & SRE

Öffentliches Dokument · CC BY-NC-SA 4.0 · Kein Rechtsrat

⚠ GRUNDLEGENDE FESTSTELLUNG

Diese Verträge sind nicht schlecht formuliert. Sie sind **PERFEKT FORMULIERT** — für ein präzises Ziel, das nicht das des Kunden ist: die **AUSTRITTSKOSTEN ZU MAXIMIEREN** und gleichzeitig die Eintrittskosten zu minimieren. Dies ist kein Nebeneffekt — es ist die Hauptfunktion. Jede analysierte Klausel erklärt sich sofort, wenn man den Vertrag mit diesem Ziel liest.

01
VERTRAGLICH

Unkündbarkeit · Sprachklausel · Einseitige Änderung · Rechtsverzicht

02
TARIFLICH

Egress-Gebühren 0,08–0,12 $/GB · Eintrags-/Austrittsasymmetrie · Kündigungsgebühr 12% (Azure)

03
TECHNISCH

Proprietäre APIs · Managed Services · Superlineare Portfolio-Abhängigkeit

◆ WECHSELWIRKUNGSPRINZIP

Ein Kunde, der einen kündbaren Vertrag aushandelt, bleibt durch Egress-Gebühren gebunden. Wer Egress-Gebühren umgeht, bleibt durch unkündbare Verpflichtungen gebunden. Wer eine offene Architektur aufbaut, bleibt durch monatlich geänderte Product Terms gebunden. Der Austritt ist unabhängig von der gewählten Strategie systematisch kostspielig.

GEFANGENSCHAFTSZYKLUS — 5 PHASEN

EINTRITT — Kostenlos · Exzellente APIs → **EINRICHTUNG** — Gute Services · Perfekte Doku → **ABHÄNGIG** — APIs im Code · Zertifizierungen → **ENGAGEMENT** — −30% über 3 J. · Unkündbar → **ENTDECKUNG** — Zu spät · Drei Schichten

◆ DIE RATIONALE ENTSCHEIDUNG ALS FALLE

STRUKTURELL

Reserved Instances kosten 30–40% weniger als On-Demand. Die Ersparnis ist real. Sie wird durch Unkündbarkeit erkauft. Der Kunde tauscht Freiheit gegen einen Preisnachlass — eine rational erscheinende kurzfristige Entscheidung, die mittelfristig zur Falle wird. **BGB § 307 Abs. I**: unangemessene Benachteiligung = unwirksam. **BGB § 309 Nr. 5**: Klauselverbote ohne Wertungsmöglichkeit. **EU Data Act Art. 25**: Klauseln, die den Anbieterwechsel behindern = nicht anwendbar.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SPRACHKLAUSEL · KASKADEN-EINBEZIEHUNG · UNKÜNDBARKEIT · PREISASYMMETRIE

◆ MECH. I · SPRACHKLAUSEL — 3 STRATEGIEN, 1 ERGEBNIS

KRITISCH · ALLE HYPERSCALER

AWS (Kopfzeile jeder Seite — DE-Fassung):

> *"Die folgende Übersetzung dient ausschließlich Ihrer Information. [...] ist die englische Fassung maßgeblich." — Verzug: 37 Tage · Explizit · Rechtswidrig.*

GCP (Abschnitt 14.18, eingefroren August 2023):

> *"[...] gilt der englische Text, sofern in der Übersetzung nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist." — DE-Verzug: 4 Jahre · 16 fehlende Updates · Verborgen.*

Azure MOSA (6 Schichten, monatliche Product Terms):

> *"Published February 1, 2026 in English, translated February 9, 2026." — Von Microsoft selbst dokumentiert.*

◆ RECHTSGRUNDLAGE

BGB § 305c: überraschende Klausel = nicht einbezogen · **§ 307 Abs. 1 S. 2**: Transparenzgebot · **EU Data Act Art. 23**

◆ MECH. II · KASKADEN-EINBEZIEHUNG — KLAUSEL AUSSERHALB UNTERZEICHNETEM DOKUMENT

HOCH

EES Microsoft · "About this Document" (nur EN-Fassung):

> *"Updates that Microsoft makes from time to time to Use Rights apply to Customer as set forth in Customer's agreement." — In der deutschen Fassung nicht vorhanden. Durchsetzbar via Einbeziehung durch Verweis.*

◆ RECHTSGRUNDLAGE

BGB § 305 Abs. 2: AGB nur wirksam, wenn ausdrücklich auf sie hingewiesen wurde · **§ 305c**: überraschende Klausel = nicht einbezogen

◆ MECH. III · SELEKTIVE UNKÜNDBARKEIT — DER KERN DES LOCKINS

KRITISCH · AWS + AZURE

AWS Abschnitt 5.5 · Capacity Blocks:

> *"cannot be canceled nor modified [...] full price nonrefundable [...] last 30 minutes we may terminate your instances without notice."*

Azure EES · Savings Plan (DE + EN identisch):

> *"noncancellable. Customer will owe the amount charged [...] even if the Agreement is terminated."*

◆ RECHTSGRUNDLAGE

BGB § 309 Nr. 5: unzulässige Pauschalschadenersatzklausel · **§ 309 Nr. 8b**: unzulässiger Ausschluss von Gewährleistungsrechten · **§ 314**: unveräußerliches Kündigungsrecht aus wichtigem Grund

◆ MECH. IV · PREISASYMMETRIE — ANBIETER ÄNDERT, KUNDE GEBUNDEN

KRITISCH

AWS Abschnitt 50.12.3 · Bedrock:

> *"modify the pricing [...] at any time. [...] charged for the duration [...] even if you terminate."*

GCP Abschnitt 2.6 (in DE-Fassung 2023 nicht vorhanden):

> *"Google may change the Fees at any time." — Deutschen Kunden unbekannt, aber anwendbar.*

◆ RECHTSGRUNDLAGE

BGB § 308 Nr. 4: Leistungsänderungsklausel unwirksam · **§ 307 Abs. 1**: unangemessene Benachteiligung · **GWB § 19a**: Verhaltensanforderungen für Unternehmen mit überragender Marktbedeutung

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SPERRUNG · RECHTSVERZICHT · RATSCHENEFFEKT · EGRESS-GEBÜHREN

◆ MECH. V · SPERRUNG OHNE VORANKÜNDIGUNG

HOCH

AWS ABSCHNITT 1.4:

> *"remove or disable access [...] without prior notice."*

Die Sperrungsdrohung reicht aus, um jede Anfechtung zu unterbinden. Azure MOSA Abschnitt 3.c sieht 30 Tage Vorlaufzeit bei Nichtzahlung vor — der einzige Punkt, in dem Azure besser abschneidet als AWS. **BGB § 307 ABS. 1 · GWB § 19 ABS. 2 NR. 1**: Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung.

◆ MECH. VI · VERZICHT AUF EU-RECHTE — NUR IN ENGLISCHER FASSUNG

KRITISCH · EES MICROSOFT

EES MICROSOFT — NUR ENGLISCHE FASSUNG (JAN + JUN 2026):

> *"Customer agrees to waive any and all entitlements [...] under the European Electronic Communications Code (Directive 2018/1972) Article 102 paras 1, 3, 5 ; Article 105 para 1 ; Article 107 paras 1 and 3."*

◆ RECHTSGRUNDLAGE

Das französische Bildungsministerium verzichtet auf EU-Rechtsschutz, ohne dass dieser Verzicht in seiner Sprache dargestellt wird. **BGB § 305C**: Klausel, die den anderen Teil überrascht = nicht einbezogen · **GG ART. 103**: rechtliches Gehör.

◆ MECH. VII · RATSCHENEFFEKT — VERTRAG NACH UNTERZEICHNUNG GESCHRIEBEN

KRITISCH · AZURE

EES MICROSOFT · ÄNDERUNGSÜBERSICHT · 1. JUNI 2026:

> *"New terms added for Azure Capacity Blocks." — Nicht in Jan/Feb/Apr 2026 enthalten. Automatische Anwendung auf alle bestehenden Verträge.*

◆ RECHTSGRUNDLAGE

BGB § 305C: überraschende Klausel · **§ 308 NR. 4**: unzulässige einseitige Leistungsänderung · **BGH XI ZR 140/03**: Änderungsklausel bei Dauerschuldverhältnissen.

GRADUS IV · EGRESS-GEBÜHREN — DIE MAUER AUSSERHALB DES VERTRAGS

ANBIETER	EGRESS/GB	100 TB	IN AGBS?
AWS	0,08–0,09 $/GB	7–8 T€	NEIN
GCP	0,08–0,12 $/GB	7–10 T€	NEIN
Azure	0,07–0,09 $/GB	6–8 T€	TEILWEISE
1 Petabyte	**70.000–100.000 € vor technischer Migration**	**Nicht vertraglich**	

Eintritt kostenlos, Austritt kostenpflichtig. Die Maschine trennt Vertragliches und Tarifliches bewusst, um Intransparenz zu maximieren. **EU DATA ACT ART. 25 · GWB § 19A ABS. 2 NR. 4**: Wechselhindernisse = unzulässig.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TECHNISCHE SCHICHT · VIER GRÜNDE · VERGLEICHSTABELLE · SCHLUSSFOLGERUNG

◆ GRADUS V · TECHNISCHE SCHICHT

Proprietäre APIs: Lambda/Cloud Functions/Azure Functions = nicht standardisiert. Migration erfordert vollständige Neuentwicklung.

Managed Services: BigQuery/Redshift/Azure Synapse = proprietäre SQL-Dialekte. 10 Jahre Abfragen = Monate Migration.

Superlinearer Effekt: jeder weitere Dienst erhöht die Gesamtausstiegskosten überproportional.

◆ GRADUS VI · 4 GRÜNDE FÜR DIE BESONDERHEIT

I — Marktmacht: 65%+ Weltmarkt → möglicher Marktmachtmissbrauch. **GWB § 19 / § 19a.**

II — Informationsasymmetrie: Egress-Gebühren außerhalb der AGBs · Direktiven-Verzicht nur auf Englisch · systemimmanent, nicht zufällig.

III — Verstoß gegen positives Recht: BGB §§ 305c/307/308/309 · GWB § 19a · EU Data Act Art. 23–25 · DSGVO.

IV — Bewusste Gestaltung: erstklassige Rechtsteams · in mehreren Jurisdiktionen erprobt · Die Waiver-Klausel steht nicht zufällig nur auf Englisch.

Mechanismus	AWS	GCP	Azure
Sprachsubstitution	Explizit · jede Seite	Verborgen s.14.18	Fragmentiert · 6 Schichten
Unkündbarkeit	§ 5.4.2 · 5.5 · 50.12.3	§ 2.1 · Verpflichtungen	Savings Plans · Blöcke
Erstattung bei Kündigung	Prorata wenn AWS kündigt ✓	Keine · § 8.8	12% Gebühr + 50k$/J.
Data Act Addendum	✓ § 1.28	Fehlt	Fehlt in MOSA/EES
EU-Rechtsverzicht	Teilweise	Teilweise	Dir. 2018/1972 · nur EN

◆ GRADUS VII · SCHLUSSFOLGERUNG — KLAUSEL VS SYSTEM

Eine missbräuchliche Klausel ist ein Problem für den Zivilrichter. Ein bewusst darauf ausgelegtes System, das Abhängigkeit schafft, sich auf rechtswidrige Klauseln stützt und auf einem 65%igen Marktanteil beruht — das ist ein Problem für die Wettbewerbsbehörde. Das **Bundeskartellamt** verfügt über **GWB § 19a** (Verhaltensanforderungen für Unternehmen mit überragender Marktbedeutung). Diese Studie und die neunzehn Analysen, auf die sie sich stützt, bilden die zwei Seiten desselben Dossiers: Klausel für Klausel und als kohärentes System. Beide sind erforderlich, damit die Behörden handeln.

Summum ius, summa iniuria* — *Cicero* · *Niemand steht über dem Gesetz

Öffentliches Dokument · CC BY-NC-SA 4.0 · Kein Rechtsrat · Amine RAITI

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE IV

LE SUBSTRAT PHYSIQUE : LE FER

12 pièces

HUMAN

ÉTUDE STRUCTURELLE · CONCLUSION DU CORPUS · JUIN 2026

LA MAÎTRISE DU FER

Le dernier verrou et la voie de la reconquête

Suite et conclusion d'Anatomie de la Perdition

RATIO

◆ AVANT-PROPOS — UNE DEMANDE DE LECTURE

Comme le document précédent de ce corpus, cette étude demande une lecture rationnelle plutôt qu'émotionnelle. Elle ne formule aucune accusation de complot organisé. Elle décrit un mécanisme de marché — la concentration d'une compétence rare par déficit d'investissement extérieur — et en tire une conclusion opérationnelle : ce verrou, n'étant pas le produit d'un plan délibéré mais d'un déséquilibre d'investissement, peut être levé par un effort de formation à l'échelle qu'aucune entreprise privée, fût-elle un trio, ne peut égaler face au nombre.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

Opération Dindon

SOMMAIRE

SOMMAIRE

◆ Section 1 · La maîtrise du fer comme verrou final
◆ Section 2 · Concentration par déficit d'investissement extérieur
◆ Section 3 · Ce que le trio fait réellement de ce savoir
◆ Section 4 · L'avantage du nombre
◆ Section 5 · Conclusion — La voie de la reconquête

◆ PLACE DE CE DOCUMENT DANS LE CORPUS

Cette étude conclut la trajectoire ouverte par "Anatomie de la Perdition — Diagnostic et Reformation". Elle suppose la lecture préalable de ce document pour la cohérence complète du raisonnement, en particulier le modèle des six couches de verrouillage et le socle pédagogique de 2005, ici prolongés jusqu'à la couche matérielle elle-même.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · LE DERNIER VERROU

LA MAÎTRISE DU FER COMME VERROU FINAL

Le modèle des six couches de verrouillage déjà établi dans ce corpus place la couche cognitive comme la plus profonde. Cette étude propose d'aller un niveau plus bas encore : sous la couche cognitive se trouve la couche matérielle elle-même — la connaissance réelle de construction et d'exploitation d'un datacenter à grande échelle, d'un système de stockage objet distribué comparable à S3, et d'un backbone réseau mondial.

Cette connaissance n'est pas un savoir académique abstrait. C'est un savoir d'ingénierie physique : comment dimensionner l'alimentation électrique d'un site de plusieurs mégawatts, comment concevoir un réseau de stockage tolérant à la panne sur des centaines de milliers de disques, comment opérer un backbone de fibre optique à l'échelle d'un continent. Ce savoir existe aujourd'hui presque exclusivement chez un nombre restreint d'acteurs — le trio en tête, accompagné de quelques opérateurs télécoms historiques et de quelques hébergeurs spécialisés.

◆ POURQUOI CETTE COUCHE EST LA PLUS PUISSANTE

Toutes les couches de verrouillage précédentes — contractuelle, tarifaire, technique, cognitive — peuvent en théorie être contournées tant que la compétence physique de construire une alternative existe quelque part. Mais si la compétence elle-même de construire un datacenter, un système de stockage distribué ou un backbone réseau devient rare au point de n'exister que chez les acteurs dominants, alors aucune des couches précédentes n'a même besoin d'être maintenue activement : l'absence de compétence externe suffit à elle seule à garantir la position dominante.

C'est cette observation qui motive cette étude. Si la domination actuelle repose, en dernière analyse, sur la rareté de la maîtrise du fer plutôt que sur des clauses contractuelles ou des choix techniques réversibles, alors la reconquête de cette maîtrise est le levier le plus fondamental de tous ceux identifiés dans ce corpus.

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE OBSERVATION NE PRÉJUGE PAS

Constater que cette compétence est rare ne préjuge pas de la raison de cette rareté. C'est précisément la question que la section suivante examine, avec la même exigence de rigueur que le reste de ce corpus.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE MÉCANISME RÉEL

CONCENTRATION PAR DÉFICIT D'INVESTISSEMENT EXTÉRIEUR

La rareté de la maîtrise du fer ne nécessite aucune suppression délibérée pour s'installer. Le mécanisme est plus simple, plus systémique, et tout aussi efficace : si la quasi-totalité de l'investissement mondial en formation, en recherche et en infrastructure physique de stockage et de calcul se concentre chez trois acteurs, alors la compétence se concentre mécaniquement chez ces trois acteurs — sans qu'aucun plan de suppression du savoir n'ait été nécessaire pour produire ce résultat.

Ce mécanisme est exactement celui décrit à la section 5 du document précédent de ce corpus, appliqué cette fois à l'échelle du marché du travail mondial plutôt qu'à l'échelle d'une équipe technique. Les universités, les organismes de formation professionnelle et les employeurs suivent la demande du marché. Le marché, lui-même, a suivi la voie de la facilité offerte par l'abstraction cloud. Au bout de cette chaîne sans complot, l'investissement extérieur dans la compétence matérielle s'est asséché, et la compétence elle-même s'est raréfiée par déficit d'exercice plutôt que par confiscation volontaire.

◆ POURQUOI CETTE NUANCE CHANGE TOUT

Si la rareté résultait d'un plan délibéré de suppression du savoir, la reconquête nécessiterait de déjouer une stratégie active — un adversaire qui réagit et s'adapte. Si la rareté résulte d'un déficit d'investissement extérieur, la reconquête ne nécessite qu'une chose : réinvestir. Aucune stratégie adverse à déjouer, seulement un déséquilibre à corriger. C'est une thèse plus modeste dans son accusation, et plus puissante dans sa conséquence pratique.

◆ NASSIHA — DISTINGUER LE MÉCANISME DE L'ACCUSATION

Cette étude n'affirme pas que le trio a un plan de suppression de la connaissance hardware sur le marché mondial. Une telle affirmation nécessiterait des preuves spécifiques que ce document ne possède pas. Elle affirme que l'effet net observable — la concentration de la compétence — résulte d'un déséquilibre d'investissement entre trois acteurs privés et le reste du monde, déséquilibre qui s'est installé sans qu'aucune intention centralisée ne soit nécessaire pour l'expliquer.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · HONNÊTETÉ FACTUELLE

CE QUE LE TRIO FAIT RÉELLEMENT DE CE SAVOIR

Par exigence d'exactitude, il faut préciser que le trio ne dissimule pas systématiquement sa connaissance matérielle. Chacun publie, à des degrés divers, des éléments de recherche sur ses infrastructures : conception de puces internes, refroidissement de datacenters, architecture de stockage distribué. Cette communication sert leur réputation technique et leur recrutement, sans pour autant transférer la compétence opérationnelle réelle de construire un équivalent complet.

◆ LA DISTINCTION QUI COMPTE

Publier un article de recherche sur une innovation matérielle n'équivaut pas à transférer la compétence de bout en bout nécessaire pour construire, opérer et faire évoluer un système comparable à grande échelle. Le trio garde en interne l'essentiel : l'expérience opérationnelle cumulée sur des décennies, les processus d'exploitation, les relations avec les fabricants de composants, et la masse critique d'ingénieurs formés sur des systèmes réels en production. C'est cette compétence cumulative, et non l'absence de toute publication, qui constitue le verrou réel.

Cette nuance est importante parce qu'elle évite une accusation facilement réfutable. Affirmer que le trio "cache tout" serait inexact et fragiliserait l'ensemble du raisonnement face à la première recherche Google montrant le contraire. Affirmer que le trio détient une compétence cumulative rare, construite sur des décennies d'investissement concentré, est en revanche exact et vérifiable.

◆ NASSIHA — LE TRIO N'EST PAS L'ENNEMI DE LA TRANSPARENCE

Reconnaître que le trio contribue à la recherche publique sur l'infrastructure matérielle n'affaiblit pas la thèse de cette étude. Cela la rend plus précise : le verrou n'est pas un secret gardé, c'est une compétence cumulative que la rareté de l'investissement extérieur a empêché quiconque d'égaler.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE RAPPORT DE FORCE

L'AVANTAGE DU NOMBRE

Le trio est composé de trois entreprises de droit privé. Le monde compte plusieurs millions d'ingénieurs en informatique et en électronique, des dizaines de milliers d'universités et d'écoles d'ingénieurs, et des centaines de pays avec des intérêts souverains à diversifier leur dépendance technologique. Le rapport de force structurel n'est pas favorable au trio dès que la compétence cesse d'être rare.

C'est un principe économique simple : une rareté artificielle ne nécessite pas d'être combattue directement, elle s'effondre d'elle-même dès que l'offre de compétence augmente suffisamment. Si la maîtrise du fer redevient un savoir largement diffusé — par la formation décrite dans le document précédent de ce corpus, à l'échelle de milliers plutôt que de quelques centaines d'ingénieurs spécialisés — la rareté qui soutient la position dominante du trio s'érode mécaniquement, sans qu'aucune bataille frontale ne soit nécessaire contre une stratégie adverse qui, par construction, n'existe pas sous la forme d'un plan centralisé.

◆ CE QUE LE NOMBRE PERMET CONCRÈTEMENT

Le trio détient aujourd'hui une poignée de plateformes dominantes. Mais rien dans la nature de cette compétence n'impose qu'elle reste détenue par trois acteurs seulement. Avec quelques centaines d'ingénieurs experts en stockage distribué, en réseau backbone et en exploitation de datacenter, répartis sur plusieurs continents et plusieurs cadres juridiques, il devient possible de faire émerger non pas un seul concurrent, mais plusieurs alternatives indépendantes simultanément — précisément parce que le monde est plus grand que trois sociétés.

Ce raisonnement rejoint directement les précédents documents de ce corpus : les propositions de subvention à la R&D des hébergeurs, le programme Open Hardware avec l'armée et les universités, et le socle pédagogique de formation au fer. Chacun de ces leviers, pris isolément, paraît modeste face au trio. Pris ensemble, à l'échelle du nombre disponible mondialement, ils constituent une force de reconquête que trois entreprises privées ne peuvent structurellement pas égaler en termes de capacité humaine totale.

RATIO

◆ NASSIHA — UNE NUANCE DE RÉALISME

Il serait malhonnête de prétendre que cette reconquête est rapide ou sans coût. Construire un équivalent crédible d'un système de stockage objet mondial ou d'un backbone réseau intercontinental demande du capital, du temps, et la résolution d'effets de réseau déjà installés depuis quinze ans. L'avantage du nombre est réel sur le plan de la compétence humaine disponible ; il ne supprime pas le défi capitalistique et temporel de la construction physique elle-même.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CONCLUSION DU CORPUS

LA VOIE DE LA RECONQUÊTE

Ce document conclut une trajectoire de raisonnement commencée avec l'analyse des contournements contractuels du trio, poursuivie avec le diagnostic des mécanismes comportementaux, économiques et cognitifs qui ont dilué la compétence Ops historique, et qui aboutit ici à la couche la plus profonde : la rareté de la maîtrise du fer lui-même.

La conclusion pratique de cette trajectoire n'est pas un appel à la confrontation contre un adversaire stratégique organisé. C'est un appel à l'investissement. La rareté qui soutient la position du trio n'est pas un mur défendu activement — c'est un vide que personne d'autre n'a suffisamment rempli. Combler ce vide ne nécessite pas de vaincre une stratégie, seulement de mobiliser une fraction de la compétence humaine mondiale qui reste aujourd'hui largement inexploitée sur ce terrain précis.

> ◆ **LE LIEN AVEC LE RESTE DU CORPUS**
>
> Ce document ne propose rien de nouveau qui ne soit déjà esquissé ailleurs dans ce corpus : la subvention à la R&D des hébergeurs locaux, le programme Open Hardware avec l'armée et les universités, le socle pédagogique de formation au fer décrit dans le document précédent. Ce que cette conclusion ajoute est le cadre qui relie ces propositions entre elles : elles ne sont pas des mesures isolées, elles sont les composantes d'une seule stratégie de reconquête de la couche la plus fondamentale de tout le système de verrouillage.

Le trio n'a pas besoin d'être vaincu par un seul acteur qui le remplacerait à l'identique. Le monde a l'avantage du nombre, et cet avantage permet d'envisager non pas une, mais plusieurs alternatives indépendantes, construites simultanément par des ingénieurs formés sur le socle décrit dans ce corpus, dans des cadres juridiques différents, sur des continents différents. C'est cette diversité d'acteurs, plus que la taille d'un seul concurrent, qui constitue la véritable garantie contre un retour au même verrouillage sous un nom différent.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE FER NUMÉRIQUE

Qui fabrique les puces sur lesquelles repose l'infrastructure mondiale

RATIO

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude prolonge "La Maîtrise du Fer" dans sa dimension numérique. Le fer physique — acier, coutellerie, métallurgie — a été traité comme condition de la puissance industrielle. Le fer numérique — les semi-conducteurs — est la condition de la puissance informatique. Pas de puce, pas de serveur. Pas de serveur, pas d'infrastructure. Pas d'infrastructure, pas de SRE. La chaîne de dépendance remonte jusqu'à une poignée d'acteurs qui concentrent la fabrication des composants sur lesquels l'ensemble de l'économie numérique mondiale repose — et l'Europe n'en fait pas partie.

Amine Raiti · Architecte Infrastructure & SRE · Ancien formateur

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE CONSTAT

90% DES PUCES AVANCÉES FABRIQUÉES EN UN SEUL ENDROIT

TSMC — Taiwan Semiconductor Manufacturing Company — fabrique environ 90% des puces logiques les plus avancées au monde (nœuds inférieurs à 7 nanomètres). Les processeurs des datacenters AWS, GCP et Azure, les puces des smartphones, les GPU de NVIDIA qui alimentent l'IA générative, les processeurs Apple M-series — tous sortent des usines de TSMC à Taiwan. Aucun autre acteur n'est capable de produire à ce niveau de précision et à cette échelle.

Cette concentration n'est pas nouvelle. Elle s'est construite sur quarante ans d'investissement massif, de savoir-faire accumulé génération après génération, et d'une spécialisation qui a rendu la concurrence structurellement impossible pour quiconque n'a pas commencé à investir dans les années 1980. L'Europe a regardé cette concentration se constituer sans jamais décider de s'y opposer.

◆ LE RISQUE GÉOPOLITIQUE CONCENTRÉ SUR 35 000 KM²

Taiwan est une île de 35 000 km² à 180 km des côtes chinoises continentales. La République Populaire de Chine revendique sa souveraineté. Un conflit militaire, un blocus naval, ou même une perturbation logistique majeure dans le détroit de Taiwan interromprait la production de 90% des puces avancées mondiales. L'économie numérique mondiale — infrastructure, cloud, IA, télécoms — serait en rupture d'approvisionnement en composants dans un délai de quelques mois. Aucun stock tampon n'existe à cette échelle. Aucune alternative de production n'est disponible immédiatement.

◆ LA CHAÎNE QUI REMONTE JUSQU'AU SRE

Le SRE administre des serveurs. Les serveurs contiennent des processeurs. Les processeurs sont fabriqués à Taiwan. Un conflit dans le détroit de Taiwan ne se traduit pas par un événement géopolitique abstrait — il se traduit par l'impossibilité de commander de nouveaux serveurs dans les 12 à 18 mois qui suivent, par l'explosion du prix des composants existants, et par la dégradation progressive de l'infrastructure à mesure que le matériel vieillit sans possibilité de remplacement. La souveraineté numérique commence par les puces. Pas par les contrats cloud.

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE ÉTUDE NE PRÉTEND PAS

Cette étude n'affirme pas qu'un conflit dans le détroit de Taiwan est imminent ou probable. Elle affirme que la concentration de la production de puces avancées sur un territoire unique constitue un risque structurel documenté, indépendamment de tout scénario de crise spécifique. Un risque n'a pas besoin de se réaliser pour justifier une réponse structurelle.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA CHAÎNE DE VALEUR

CONCEVOIR SANS FABRIQUER — LE MODÈLE FABLESS

La chaîne de valeur des semi-conducteurs s'est restructurée autour d'une séparation entre la conception et la fabrication. NVIDIA conçoit les GPU H100 qui alimentent l'IA — elle ne les fabrique pas. Apple conçoit les puces M-series — elle ne les fabrique pas. AMD conçoit ses processeurs EPYC pour les datacenters — elle ne les fabrique pas. Ces acteurs sont des sociétés "fabless" : sans usine. Leurs conceptions sont envoyées à TSMC, qui les grave dans le silicium.

Ce modèle a produit une efficacité remarquable. Il a permis à des sociétés de conception d'atteindre des niveaux de sophistication qu'elles n'auraient jamais pu financer si elles avaient dû maintenir leur propre outil de production. Mais il a aussi créé une vulnérabilité structurelle : la dépendance à un fabricant unique.

◆ LES OUTILS QUI PERMETTENT LA CONCEPTION : AUSSI CONCENTRÉS

La fabrication n'est pas le seul goulot d'étranglement. Les logiciels de conception de puces (EDA — Electronic Design Automation) sont dominés par trois acteurs américains : Synopsys, Cadence, et Mentor Graphics (acquis par Siemens). Les machines de lithographie extrême ultraviolet (EUV) indispensables aux nœuds les plus fins sont produites par un seul acteur mondial : ASML, entreprise néerlandaise. Sans machines ASML, TSMC ne peut pas produire ses puces les plus avancées. La chaîne de dépendance a plusieurs maillons, chacun aussi étroit que le précédent.

◆ L'EUROPE DANS CETTE CHAÎNE : UN SEUL MAILLON

L'Europe est présente dans cette chaîne à un seul endroit significatif : ASML. Cette présence est réelle et stratégique — sans ASML, la production mondiale de puces avancées s'arrête. Mais elle est aussi fragile : ASML dépend elle-même de fournisseurs américains pour ses lasers et de sous-composants dont la chaîne d'approvisionnement n'est pas entièrement européenne. L'Europe est un maillon dans une chaîne qu'elle ne contrôle pas de bout en bout. STMicroelectronics, seul acteur européen de fabrication de puces, opère sur des nœuds moins avancés — utiles pour l'automobile et l'industrie, mais pas pour les datacenters IA.

RAITI

◆ NASSIHA — ASML N'EST PAS UNE RÉPONSE À LA DÉPENDANCE EUROPÉENNE

ASML est un actif européen précieux. Sa présence ne signifie pas que l'Europe maîtrise la chaîne des semi-conducteurs. Fabriquer les machines qui fabriquent les puces est une position de force — mais cette position dépend entièrement de la demande des fabricants asiatiques et américains. Si TSMC ralentissait ses commandes, ASML ralentirait avec elle. La maîtrise d'un outil de production n'est pas la maîtrise de la production.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA LEÇON DE L'ACIER

CE QUE LA COUTELLERIE ENSEIGNE AUX SEMI-CONDUCTEURS

"La Maîtrise du Fer" a documenté comment la France a laissé partir aux États-Unis et en Asie la maîtrise des aciers de spécialité — le S35VN et le S45VN qui font la valeur d'un couteau Spyderco à 450€, les aciers Hitachi qui fondent la coutellerie japonaise haut de gamme. Thiers, jadis capitale mondiale de la coutellerie, a perdu sa prééminence non pas parce qu'elle a été vaincue techniquement, mais parce qu'elle n'a pas investi dans la recherche métallurgique quand les autres le faisaient.

Le parallèle avec les semi-conducteurs est structurellement identique. L'Europe n'a pas été exclue de la fabrication de puces avancées par une décision hostile d'acteurs extérieurs. Elle s'en est exclue elle-même par l'absence de politique industrielle cohérente sur quarante ans, pendant que Taiwan, la Corée du Sud et les États-Unis investissaient massivement.

◆ LE MÉCANISME COMMUN : L'ABANDON DE L'INVESTISSEMENT FONDAMENTAL

Dans les deux cas — l'acier de spécialité et les semi-conducteurs avancés — le mécanisme de perte de maîtrise est identique. Un acteur cesse d'investir dans la recherche fondamentale et la montée en gamme, au profit d'une optimisation à court terme de la rentabilité. Pendant ce temps, d'autres acteurs investissent sur des cycles longs de 10 à 20 ans. Au bout de ces cycles, la compétence est irrémédiablement concentrée ailleurs. La reconquête n'est pas impossible — mais elle prend le même temps que l'abandon, et coûte exponentiellement plus cher.

◆ CE QUE L'EUROPE A INVESTI ET CE QUE ÇA A PRODUIT

L'European Chips Act de 2023 a mobilisé 43 milliards d'euros pour tenter de porter la part de l'Europe dans la production mondiale de semi-conducteurs à 20% d'ici 2030. C'est un signal. Ce n'est pas encore une capacité. Intel a annoncé des usines en Allemagne et en Pologne — des projets qui prennent 5 à 10 ans à construire et à atteindre leur maturité technique. TSMC a annoncé une usine en Allemagne pour des nœuds de génération précédente. Ces investissements réduiront la dépendance sur certains segments — ils ne recréeront pas la pointe technologique en Europe dans la décennie qui vient.

◆ NASSIHA — L'EUROPEAN CHIPS ACT N'EST PAS UNE SOLUTION À COURT TERME

L'European Chips Act est une décision politique juste et nécessaire. Elle ne corrige pas la dépendance actuelle — elle commence à construire les conditions de son allègement dans 10 à 15 ans. Les datacenters européens qui tournent aujourd'hui et demain continueront de dépendre de puces fabriquées hors d'Europe pendant toute cette période. L'investissement de long terme et la gestion du risque de court terme sont deux problèmes distincts qui nécessitent des réponses distinctes.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · L'IA COMME ACCÉLÉRATEUR DU RISQUE

LES GPU H100 ET LA NOUVELLE COURSE AUX ARMEMENTS

L'émergence de l'IA générative depuis 2022 a ajouté une dimension supplémentaire à la dépendance aux semi-conducteurs. Les grands modèles de langage, les systèmes de vision par ordinateur, les moteurs de recommandation — tous nécessitent des GPU de calcul massivement parallèle. NVIDIA domine ce marché avec ses GPU H100, H200, et les générations suivantes. Ces puces sont fabriquées par TSMC. La demande mondiale est si intense qu'elle dépasse régulièrement les capacités de production disponibles.

Pour les acteurs européens qui veulent développer des capacités d'IA souveraines — qu'il s'agisse d'États, d'entreprises ou de centres de recherche — l'accès aux GPU de pointe est rationnée par la capacité de production de TSMC et par les priorités d'allocation de NVIDIA. Ce n'est pas un marché libre. C'est un marché d'allocation discrétionnaire dans lequel les acteurs les mieux positionnés (hyperscalers américains, grands acteurs asiatiques) sont servis en priorité.

◆ LES CONTRÔLES D'EXPORTATION AMÉRICAINS : UN OUTIL GÉOPOLITIQUE

Le gouvernement américain a mis en place à partir de 2022 des contrôles stricts sur l'exportation de puces avancées vers la Chine. Ces contrôles ont été progressivement étendus et renforcés en 2023 et 2024. Ils démontrent un fait que le corpus Opération Dindon a documenté sous un angle différent : les composants matériels de l'infrastructure numérique sont des instruments de politique étrangère. Un gouvernement américain peut, par décret exécutif, décider quels pays ont accès à quelles puces. Ce pouvoir n'exige aucune négociation contractuelle — il s'exerce par voie réglementaire unilatérale.

◆ CE QUE ÇA SIGNIFIE POUR L'EUROPE

L'Europe n'est pas la cible des contrôles d'exportation actuels. Mais elle n'est pas non plus à l'abri d'une reconfiguration des priorités géopolitiques américaines. Un partenaire commercial peut devenir un concurrent stratégique. Les exemptions d'aujourd'hui ne sont pas des garanties de demain. L'Europe qui dépend de puces dont l'accès est contrôlé par un gouvernement tiers est une Europe dont la souveraineté numérique est conditionnelle — conditionnelle à la bienveillance durable de ce gouvernement tiers.

RAITI

◆ NASSIHA — CE N'EST PAS UN ARGUMENT ANTI-AMÉRICAIN

La dépendance de l'Europe aux puces fabriquées hors de son territoire n'est pas un problème d'hostilité américaine ou taïwanaise. C'est un problème de structure de risque. Une dépendance unilatérale sur une ressource critique est un risque structurel indépendamment de la qualité des relations actuelles avec le fournisseur. Le corpus Opération Dindon a fait la même démonstration pour les contrats cloud : ce n'est pas que les hyperscalers sont malveillants — c'est que la dépendance unilatérale est structurellement fragile.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE LE SRE PEUT FAIRE

LA RÉPONSE OPÉRATIONNELLE À LA DÉPENDANCE MATÉRIELLE

La dépendance aux semi-conducteurs est un problème de politique industrielle que le SRE ne peut pas résoudre seul. Mais le SRE n'est pas sans levier. Il existe des réponses opérationnelles à la dépendance matérielle — des pratiques d'infrastructure qui réduisent l'exposition au risque de rupture d'approvisionnement sans attendre que l'Europe ait reconstruit sa capacité de production.

◆ LEVIER 1 — ALLONGER LA DURÉE DE VIE DU MATÉRIEL

La culture du renouvellement matériel sur cycles courts (3 à 5 ans) est une norme de l'industrie qui sert les intérêts des fabricants plus que ceux des opérateurs. Un serveur correctement entretenu peut fonctionner 8 à 10 ans sur des charges de travail stables. Allonger délibérément les cycles de renouvellement réduit la dépendance à la disponibilité immédiate de nouveaux composants — et réduit aussi la surface d'exposition au risque de rupture d'approvisionnement. C'est le FinOps appliqué au matériel, avec une dimension stratégique que les analyses FinOps habituelles n'intègrent pas.

◆ LEVIER 2 — DIVERSIFICATION DES ARCHITECTURES MATÉRIELLES

L'uniformisation des architectures de datacenters autour de quelques familles de processeurs (Intel x86, AMD EPYC, NVIDIA GPU) crée une dépendance à des chaînes d'approvisionnement convergentes. La montée en puissance des architectures ARM dans les datacenters — Ampere Computing, AWS Graviton — et des processeurs RISC-V open source représente une diversification réelle. Un parc matériel hétérogène est plus résilient à la rupture d'un fournisseur spécifique qu'un parc homogène.

◆ LEVIER 3 — STOCKS STRATÉGIQUES ET PLANIFICATION LONG TERME

Les grandes organisations — États, opérateurs télécoms, grandes entreprises d'infrastructure critique — peuvent intégrer dans leur planification matérielle la constitution de stocks stratégiques de composants critiques. Ce n'est pas une pratique courante dans l'industrie informatique, mais elle est standard dans d'autres secteurs à dépendance critique (énergie, pharmacie, alimentation). La prise de conscience que les semi-conducteurs sont une ressource stratégique au même titre que le pétrole ou les médicaments n'est pas encore traduite en pratique de stockage dans le secteur numérique.

◆ NASSIHA — CES LEVIERS NE RÉSOLVENT PAS LE PROBLÈME STRUCTUREL

Allonger la durée de vie du matériel, diversifier les architectures, constituer des stocks — ces pratiques réduisent l'exposition au risque mais ne le suppriment pas. Elles achètent du temps. Elles ne reconstituent pas la capacité de fabrication européenne. Elles sont nécessaires dans l'immédiat et insuffisantes sur le long terme. La réponse structurelle — l'investissement dans la fabrication de puces avancées en Europe — est une décision de politique industrielle qui se joue à l'échelle des États et des décennies, pas à l'échelle des équipes d'infrastructure et des trimestres.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

RECONNAÎTRE LE MATÉRIEL COMME INFRASTRUCTURE CRITIQUE

Le corpus Opération Dindon a documenté la dépendance aux hyperscalers au niveau des contrats, des certifications et de la formation. Il manquait une couche en dessous : la dépendance au matériel lui-même. Avant d'être captif d'AWS ou d'Azure, on est captif des puces qui font tourner les serveurs d'AWS et d'Azure. La souveraineté numérique qui s'arrête aux contrats et ignore le matériel est une souveraineté de façade.

◆ MESURE 1 — INTÉGRER LES SEMI-CONDUCTEURS DANS LES ANALYSES DE RISQUE D'INFRASTRUCTURE

Toute analyse de risque d'infrastructure critique (plan de continuité d'activité, PCA, DRP) devrait intégrer un volet "dépendance matérielle" documentant l'origine géographique des composants critiques, les délais d'approvisionnement alternatifs, et les scénarios de rupture prolongée. Cette pratique est standard pour les risques logiciels et contractuels — elle est absente pour les risques matériels. L'ajouter ne coûte rien et rend visible une dépendance qui est actuellement ignorée.

◆ MESURE 2 — SOUTENIR LES ARCHITECTURES OUVERTES COMME RISC-V

L'architecture de jeu d'instructions RISC-V est open source — n'importe qui peut concevoir et fabriquer un processeur RISC-V sans payer de licence à Intel ou ARM. Des acteurs européens de recherche et d'industrie investissent dans RISC-V pour l'embarqué et les accélérateurs. Soutenir cet écosystème au niveau des politiques d'achat public et des financements de recherche crée à long terme une alternative aux architectures propriétaires concentrées aux États-Unis et au Royaume-Uni.

◆ MESURE 3 — FORMER LES INGÉNIEURS INFRASTRUCTURE À LA COUCHE MATÉRIELLE

Le Socle du Fer commence à l'électricité et au hardware (semaines 1 et 6) précisément parce que comprendre la couche physique est la condition pour comprendre toutes les couches au-dessus. Cette pédagogie doit être étendue à la chaîne d'approvisionnement matérielle : d'où viennent les composants, qui les fabrique, quelles sont les alternatives, comment évaluer la résilience d'une architecture matérielle. Un SRE qui ignore la chaîne amont de son infrastructure est un SRE qui ne comprend pas complètement les risques qu'il gère.

RATIO

Nul progrès numérique sans maîtrise du fer numérique. La puce est le lingot du XXIe siècle. Qui la fabrique décide de qui peut construire.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026 · DOCUMENT VÉRIFIÉ

LES GARDIENS DU FER

Pendant que l'Europe Licencie ses Ingénieurs Bare-Metal, les Hyperscalers Forment les Leurs

RATIO

◆ AVERTISSEMENT MÉTHODOLOGIQUE

Chaque affirmation chiffrée ou nommée dans ce document a été vérifiée indépendamment par recherche directe — sources : Amazon.jobs, Microsoft Local, Google Data Centers, Indeed. Aucun chiffre n'est une estimation non sourcée. Là où l'information manque, le document le signale explicitement plutôt que de l'inventer.

PAGES	HYPERSCALERS	PROGRAMMES VÉRIFIÉS	WATERMARK
7	3	3	RATIO DOMINANT

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026 · Audit Claude/Gemini, 2 rounds

INTRODUCTION · LE CONTRASTE QUI A DÉCLENCHÉ CETTE ÉTUDE

PENDANT QUE LE MARCHÉ EUROPÉEN DÉVALORISE LE FER, LES HYPERSCALERS LE FORMENT EN INTERNE

Plusieurs études du corpus Opération Dindon ont déjà documenté la dévalorisation des compétences d'infrastructure physique en Europe — NoOps, La Dissolution de la Frontière, La Mixité du Fer. Pendant que ce mouvement se confirme, un fait inverse, vérifiable et daté se produit chez les trois principaux hyperscalers américains : ils recrutent et forment massivement, en interne, exactement les compétences que l'Europe abandonne.

◆ LE POINT DE DÉPART — UN ÉCHANTILLON D'OFFRES RÉELLES

Cette étude est née de l'examen direct d'offres d'emploi Amazon publiées sur LinkedIn et Amazon.jobs : Chief Engineer Operations, Controls Engineer EMEA, Critical Infrastructure Mechanical Engineer. Toutes exigent la lecture de schémas électriques, la configuration d'automates industriels (PLC/DCS), la maintenance de systèmes HVAC, l'analyse de cause racine sur pannes d'équipement. Ce sont des fiches de poste d'électrotechnicien et d'automaticien — pas de développeur cloud.

◆ CE QUE LA VÉRIFICATION A RÉVÉLÉ — UN TRIPTYQUE, PAS UN CAS ISOLÉ

L'investigation initiale sur Amazon a conduit à la découverte de deux programmes structurellement identiques chez Microsoft et Google. Ce document documente les trois, avec leurs sources vérifiées, et interroge ce que cette convergence — non concertée à notre connaissance — produit structurellement sur le marché de la formation technique en Europe.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · AMAZON — LE WORK-BASED LEARNING PROGRAM

DE "ZÉRO EXPÉRIENCE, TOUT JUSTE SORTI DU LYCÉE" À CHIEF ENGINEER

◆ LE PROGRAMME — VÉRIFIÉ SUR AMAZON.JOBS

Le Work-Based Learning Program (WBLP) est un programme de formation de 12 mois, payé, qui couvre l'intégralité des opérations de datacenter — logistique, infrastructure, décommissionnement. Il combine instruction en ligne, sessions encadrées par un formateur, et formation sur le terrain. Témoignage cité sur la page officielle : "I came to AWS with no experience, right out of high school. I applied through the WBLP [...] eventually becoming a chief engineer, managing the maintenance activities in multiple facilities."

◆ LA PRÉSENCE EUROPÉENNE CONFIRMÉE

Un poste "Data Center Chief Engineer, DCEO" est explicitement localisé "Greater Milan Area" (Job ID 3111099, Amazon.jobs). Le vocabulaire technique exact retrouvé sur plusieurs fiches de poste différentes : BMS (Building Management System), EPMS (Electrical Power Monitoring System), protocoles industriels MQTT, BACnet, MODBUS. C'est le langage exact d'un automaticien industriel.

◆ LA NUANCE NÉCESSAIRE — CAPTIVITÉ PAR LE SYSTÈME, PAS PAR LE CONTRAT

Le WBLP forme à des compétences génériques d'électrotechnique et d'automatisme, transférables en théorie vers n'importe quel employeur industriel. Ce qui rend ces profils captifs n'est pas une clause contractuelle de non-concurrence, mais la spécificité des systèmes propriétaires internes sur lesquels ils sont formés (BMS/EPMS Amazon) — le code et l'architecture verrouillent plus efficacement que le droit.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · MICROSOFT ET GOOGLE — LE MÊME MOUVEMENT, INDÉPENDAMMENT

TROIS HYPERSCALERS, TROIS PROGRAMMES, LA MÊME LOGIQUE

◆ MICROSOFT DATACENTER ACADEMY — 11 SITES MONDIAUX, 3 EN EUROPE NOMMÉS

Vérifié sur Microsoft Local et Microsoft Careers : 11 implantations mondiales, dont Dublin (Irlande), Amsterdam/Hoorn/Schagen (Pays-Bas), Gävle/Sandviken (Suède), et un lancement 2025 en Finlande (Vihti, Kirkkonummi, Espoo) en partenariat avec les écoles professionnelles Omnia et Luksia. Citation directe de Mervi Airaksinen, directrice générale Microsoft Finlande : le programme forme aux "compétences en TIC, mécanique du bâtiment, électricité et automatisation". Microsoft fournit le matériel des laboratoires (racks, serveurs, câblage) et finance des bourses d'études.

◆ GOOGLE — STAR PROGRAM ET APPRENTISSAGE EUROPÉEN CONFIRMÉS

Un poste "Data Center Technician Apprentice" est ouvert aux Pays-Bas pour janvier 2026 (Google Careers, vérifié directement). Le Skilled Trades and Readiness (STAR) Program, documenté sur Google Data Centers, a reçu en 2026 un investissement de 50 millions de dollars pour former plus de 300 000 Américains aux métiers d'électricien, plombier et tôlier — infrastructure physique, pas cloud. Le programme d'apprentissage Google (18 mois, rémunéré) est confirmé disponible en France, Irlande, Suisse et Pays-Bas.

◆ LE TRIPTYQUE — TROIS STRATÉGIES STRUCTURELLEMENT IDENTIQUES

WBLP (Amazon), Datacenter Academy (Microsoft), STAR Program (Google) partagent la même architecture : formation de profils sans expérience préalable, fourniture du matériel pédagogique, financement de bourses, et débouché direct vers l'emploi chez l'hyperscaler. Aucune preuve de coordination entre les trois acteurs n'a été trouvée — il s'agit de trois réponses indépendantes à la même contrainte économique : le marché du travail technique européen ne produit plus assez de profils formés au Fer.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE PARADOXE DE L'EXTERNALISATION ASYMÉTRIQUE

LES COMPÉTENCES NE DISPARAISSENT PAS — ELLES CHANGENT DE PROPRIÉTAIRE ET DE JURIDICTION

◆ LE CALCUL DE TCO QUI MASQUE LE TRANSFERT RÉEL

Le marché européen justifie la dévalorisation des compétences d'infrastructure par un calcul de TCO classique : externaliser les serveurs et le réseau transforme des coûts fixes (CapEx) en coûts variables (OpEx). L'erreur de cadrage des DSI est de croire que ce transfert de responsabilité fait disparaître le besoin de compétences physiques. Il ne disparaît pas — il change de propriétaire.

◆ L'ASYMÉTRIE D'INDUSTRIALISATION

Les DSI européennes détruisent leurs compétences d'infrastructure parce qu'elles n'ont pas la taille critique pour les rentabiliser à l'échelle d'une seule entreprise. Les hyperscalers, à l'inverse, construisent des économies d'échelle qui rendent l'internalisation absolue de la maintenance du Fer rentable — et nécessaire, puisqu'une panne chez eux affecte des milliers de clients simultanément.

◆ L'ASYMÉTRIE DE DIAGNOSTIC EN CAS DE PANNE

Les fiches de poste analysées exigent la maîtrise de l'analyse de cause racine (Root Cause Analysis) sur pannes d'équipement industriel. En entreprise européenne classique, cette analyse est largement déléguée au constructeur du matériel ou à un sous-traitant externe. En internalisant cette compétence, les hyperscalers accumulent une intelligence opérationnelle que les entreprises européennes ont largement abandonnée. Conséquence pratique : en cas de panne d'infrastructure majeure, l'entreprise cliente européenne n'a plus l'expertise interne pour comprendre l'origine du problème — elle dépend du diagnostic de l'hyperscaler.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA CONVERGENCE GÉOGRAPHIQUE NON CONCERTÉE

TROIS ACTEURS INDÉPENDANTS, LE MÊME EFFET SUR LES MÊMES BASSINS D'ÉCOLES

◆ CE QUI EST OBSERVABLE — PAS UNE ENTENTE, UNE CONVERGENCE STRUCTURELLE

Examinés individuellement, le WBLP, la Datacenter Academy et le STAR Program apparaissent comme une concurrence saine pour le recrutement. Mais leur localisation géographique converge sur les mêmes bassins d'écoles techniques et professionnelles publiques — Pays-Bas, Irlande, Finlande notamment apparaissent dans plusieurs des trois programmes. Aucune preuve de coordination entre les trois hyperscalers n'a été trouvée, et il serait juridiquement inexact de parler de cartel sans preuve d'entente — ce qui est documenté est une logique économique indépendante qui produit le même effet structurel.

◆ CE QUE CETTE CONVERGENCE PRODUIT STRUCTURELLEMENT

Les trois hyperscalers ne se contentent pas de recruter : ils fournissent le matériel pédagogique (racks, serveurs, câblage), financent des bourses, et orientent par construction le contenu pratique des formations vers leurs propres systèmes. Un électricien ou un automaticien formé dans ces filières apprend sur du matériel et des protocoles choisis par l'hyperscaler — pas nécessairement sur ce qu'exigerait le maintien d'une usine classique, d'une PME locale, ou d'une infrastructure souveraine indépendante.

◆ LA LIMITE DE CET ARGUMENT — CE QUI N'EST PAS PROUVÉ

Cette étude ne prétend pas que les curricula publics sont "dictés" par les hyperscalers au sens d'un contrôle total — les programmes consultés parlent de "guidance" et de "alignement curriculaire", pas d'imposition. Affirmer qu'un diplômé de ces filières "ne saura plus" maintenir une infrastructure indépendante serait une extrapolation non vérifiée. Ce qui est documentable : une orientation matérielle et pédagogique forte vers les systèmes propriétaires des trois mêmes acteurs, sur les mêmes territoires.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

EN GUISE DE CLÔTURE

CE N'EST PAS UN SUICIDE DÉLIBÉRÉ — C'EST UN SUICIDE INCONSCIENT

Aucune entreprise française qui licencie un ingénieur Bare-Metal ne le fait en pensant "ainsi, Amazon recrutera mieux que nous". Chaque décision individuelle de dévalorisation des couches basses suit sa propre logique de TCO à court terme. Mais l'effet cumulé, documenté ici sur trois acteurs vérifiés indépendamment, est sans ambiguïté : pendant que l'Europe se défait de ses compétences d'infrastructure physique, les trois hyperscalers américains les recrutent, les forment, et les internalisent — jusqu'à l'école publique.

◆ CE QUE LE FER NE MENT JAMAIS

Un Chief Engineer formé par le WBLP, un automaticien sorti de la Datacenter Academy, un technicien diplômé du STAR Program — tous maîtrisent une compétence que l'Europe documente comme obsolète au moment même où trois des entreprises les plus valorisées au monde investissent des dizaines de millions de dollars pour la transmettre à des candidats sans expérience préalable. Le Fer ne ment pas. Les investissements le confirment.

Personne n'a décidé de perdre la maîtrise du Fer.

Mille décisions individuelles rationnelles y ont mené.

Trois acteurs étrangers, sans se concerter, en ont tiré la même conclusion.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE SOL NUMÉRIQUE

Où sont les datacenters, qui décide, qui paie

RATIO

◆ **CONTEXTE**

Le corpus Opération Dindon a traité la dépendance contractuelle aux hyperscalers, la dépendance aux semi-conducteurs, la formation et la reconnaissance des compétences. Il n'avait pas traité la dimension physique et géographique : où sont les datacenters européens, qui les possède, quelles contraintes légales s'y appliquent. Cette étude comble cet angle mort.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LA CARTE

AMSTERDAM, FRANCFORT, DUBLIN — TROIS PÔLES, UNE DÉPENDANCE

La géographie des datacenters en Europe n'est pas neutre. Elle résulte de décisions fiscales, énergétiques et politiques qui ont orienté les investissements vers certains territoires. Trois zones concentrent l'essentiel de la capacité : le corridor Amsterdam-Francfort (nœuds d'échange internet AMS-IX et DE-CIX), l'Irlande (sièges sociaux et datacenters des hyperscalers américains), et les pays nordiques (énergie abondante, refroidissement naturel, fiscalité attractive).

◆ POURQUOI L'IRLANDE EST DEVENUE LE DATACENTER DE L'EUROPE

L'Irlande héberge les datacenters européens de Google, Meta, Amazon, Microsoft et Apple. Non pour une qualité technique particulière de son sol — mais pour son taux d'imposition sur les sociétés à 12,5%, qui a attiré les sièges sociaux européens des hyperscalers, entraînant dans leur sillage leurs datacenters. Les données de centaines de millions d'Européens transitent ainsi par des infrastructures physiquement en Irlande, soumises au RGPD européen, mais opérées par des sociétés américaines soumises au CLOUD Act.

◆ LE CLOUD ACT : LA LOI QUI SUIT LES DONNÉES

Le CLOUD Act (2018) autorise les autorités américaines à exiger l'accès aux données détenues par des entreprises américaines, indépendamment du pays où ces données sont stockées. Un datacenter AWS à Dublin hébergeant les données d'une PME française est simultanément soumis au RGPD et au CLOUD Act. En cas de conflit entre les deux, la réponse juridique reste incertaine. Cette incertitude est structurelle, pas accidentelle.

◆ NASSIHA — CE QUE LE RGPD NE RÉSOUT PAS

La conformité RGPD n'immunise pas les données contre une requête du DOJ américain fondée sur le CLOUD Act. Les deux régimes s'appliquent simultanément — et leur articulation n'est pas résolue par le droit international actuel.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · PROPRIÉTÉ, OPÉRATION, CONTRÔLE

TROIS NIVEAUX QUI NE COÏNCIDENT PAS TOUJOURS

La question "qui possède les datacenters européens" se décompose en trois niveaux distincts : la propriété du bâtiment et du terrain, l'opération technique de l'infrastructure, et le contrôle des données qui y transitent. Un datacenter peut être physiquement sur sol européen, opéré par une filiale européenne, et pourtant soumis à un contrôle extraterritorial par la maison-mère américaine.

◆ LES ACTEURS EUROPÉENS SOUVERAINS : UNE LISTE COURTE

OVHcloud, Hetzner, Scaleway, Data4 — les acteurs qui possèdent ET opèrent des datacenters à grande échelle sous contrôle européen sont peu nombreux. La grande majorité de la capacité de cloud public en Europe est opérée par AWS, Azure et GCP — sociétés de droit américain, soumises au CLOUD Act, quelle que soit la localisation physique de leurs serveurs.

◆ LE RACHAT D'INTERXION PAR DIGITAL REALTY — 8,4 MILLIARDS DE DOLLARS (2020)

Interxion était le principal opérateur européen indépendant de datacenters neutres (colocations). Son rachat en 2020 a transféré la propriété et le contrôle d'une infrastructure critique européenne vers une société américaine. Transaction commerciale ordinaire — mais elle illustre le mécanisme par lequel la souveraineté de l'infrastructure numérique européenne s'érode non par conquête, mais par acquisition.

◆ LE MÊME MÉCANISME QUE VOLVO

"La Maîtrise du Fer" a documenté comment Volvo a été racheté par Geely — non par décision hostile, mais par absence de politique industrielle. L'Europe ne perd pas ses datacenters par expropriation. Elle les cède par manque de politique de protection des actifs stratégiques numériques.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · L'ÉNERGIE COMME VARIABLE STRATÉGIQUE

LE DATACENTER EST UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE INVERSÉE

Un datacenter de taille moyenne consomme autant d'électricité qu'une ville de 50 000 habitants. Cette consommation est à la fois une contrainte d'implantation et un levier politique. Les pays nordiques ont gagné la compétition des datacenters hyperscalers précisément parce qu'ils ont construit des politiques d'attractivité articulées autour de l'énergie : hydraulique et nucléaire abondante, peu chère, bas carbone ; températures ambiantes basses permettant le free cooling naturel.

◆ LA FRANCE : UNE POSITION AMBIGUË

La France dispose d'atouts réels — électricité nucléaire décarbonée, fibre dense, marché de 67 millions d'habitants. Mais elle n'a pas développé de politique cohérente d'attractivité et de protection simultanée. Elle a attiré des datacenters hyperscalers (AWS région Paris) sans exiger en contrepartie d'engagements de localisation des données publiques, de partenariats technologiques avec des acteurs français, ou de contribution au financement de la fibre sur laquelle ces datacenters dépendent.

◆ LES CÂBLES SOUS-MARINS : L'INFRASTRUCTURE INVISIBLE

Les datacenters sont reliés entre eux et au reste du monde par des câbles sous-marins en fibre optique transportant 99% du trafic internet international. Depuis 2010, les hyperscalers américains possèdent ou co-financent une part croissante de cette capacité. En 2022-2023, plusieurs câbles ont été sectionnés en Méditerranée et en mer Baltique dans des circonstances non élucidées — révélant une vulnérabilité physique réelle, exploitable, et quasi-impossible à protéger sur des milliers de kilomètres d'océan.

◆ NASSIHA — LA SOUVERAINETÉ N'EST PAS L'AUTARCIE

Préserver la souveraineté sur les données et les infrastructures ne signifie pas expulser les hyperscalers. Cela signifie s'assurer que la dépendance reste réversible. La réversibilité est la vraie métrique de la souveraineté — pas l'absence de dépendance, mais l'absence de dépendance irréversible.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · ENTRE ATTRACTIVITÉ ET SOUVERAINETÉ

UNE TENSION QUE L'EUROPE N'A PAS RÉSOLUE

L'Europe est face à une tension réelle entre attirer les investissements des hyperscalers et préserver la souveraineté sur ses données et infrastructures. Ces deux objectifs ne sont pas incompatibles — mais leur articulation demande une politique explicite que la plupart des États membres n'ont pas formulée. La compétition entre pays européens pour attirer les datacenters pousse chacun à offrir plus sans exiger en contrepartie — un jeu à somme négative pour la souveraineté collective.

◆ GAIA-X : L'AMBITION DILUÉE

GAIA-X, lancé en 2019 comme initiative de cloud souverain européen, a été progressivement dilué par l'intégration de membres hyperscalers — AWS, Azure et GCP sont membres de GAIA-X et ont influencé ses standards dans un sens favorable à leurs intérêts. Son échec partiel est instructif : la souveraineté numérique ne se construit pas par l'inclusion des acteurs dont on cherche à s'émanciper.

◆ LES CONDITIONS D'IMPLANTATION COMME LEVIER

Un État qui accueille un datacenter hyperscaler dispose d'un moment de négociation unique — avant le permis de construire, avant le raccordement électrique, avant les avantages fiscaux. Ce moment est rarement utilisé pour exiger des contreparties de souveraineté : localisation des données publiques dans l'UE, formation de techniciens locaux, accès tiers pour les acteurs européens, non-application unilatérale de législations extraterritoriales. Ces contreparties sont négociables. Elles sont négligées parce que les États se font concurrence entre eux.

RATIO

◆ NASSIHA — LA COMPÉTITION INTRA-EUROPÉENNE EST LE VRAI PROBLÈME

Tant que l'Irlande peut attirer les datacenters d'AWS en offrant 12,5% d'IS et que la France ne peut pas s'y opposer sans accord européen, la coordination fiscale et réglementaire européenne est la condition préalable à toute politique de souveraineté numérique cohérente. Sans elle, chaque État joue seul contre les hyperscalers qui jouent collectivement à l'échelle mondiale.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE LE SRE DOIT SAVOIR

LA GÉOGRAPHIE DANS LA CONCEPTION DE L'ARCHITECTURE

La géographie des datacenters n'est pas une abstraction géopolitique réservée aux décideurs. Elle est une contrainte d'architecture que tout SRE doit intégrer dans ses décisions de déploiement. Où sont les données ? Sous quelle juridiction ? Quels sont les délais de latence entre les régions ? Quels sont les scénarios de coupure de connectivité ? Ces questions ne sont pas facultatives — elles sont structurantes.

◆ LEVIER 1 — CONNAÎTRE L'ORIGINE LÉGALE DES INFRASTRUCTURES UTILISÉES

Tout SRE qui déploie sur un cloud public devrait savoir : quelle est l'entité légale qui opère ce cloud dans le pays concerné, est-elle soumise au CLOUD Act, quelles sont les clauses de localisation des données dans le contrat de service. Cette information devrait figurer dans toute analyse de risque d'infrastructure — au même titre que la disponibilité SLA ou la politique de sauvegarde.

◆ LEVIER 2 — CONCEVOIR POUR LA RÉSILIENCE GÉOGRAPHIQUE

Une architecture résiliente ne répartit pas seulement la charge entre zones de disponibilité (AZ) d'un même fournisseur dans un même pays. Elle considère la résilience entre fournisseurs distincts, entre pays distincts, et entre régimes juridiques distincts. Multi-cloud et multi-juridictionnel ne sont pas la même chose — mais la combinaison des deux est la vraie résilience géographique.

◆ LEVIER 3 — INTÉGRER LES CÂBLES SOUS-MARINS DANS LES PLANS DE CONTINUITÉ

Un PCA/DRP qui ne modélise pas le scénario de coupure de câble sous-marin affectant la connectivité entre régions est un plan incomplet. Ces incidents sont documentés, récurrents, et difficiles à réparer rapidement. La réponse architecturale — routage de secours, cache local, dégradation gracieuse — doit être préparée à froid, pas découverte lors de l'incident.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

LE SOL NUMÉRIQUE COMME ACTIF STRATÉGIQUE

La proposition de cette étude est de traiter le sol numérique — l'emplacement des datacenters, les câbles qui les relient, l'énergie qui les alimente — comme un actif stratégique au même titre que le sol agricole ou le réseau ferroviaire. Ce n'est pas une nationalisation. C'est la reconnaissance que l'infrastructure physique du numérique est une infrastructure critique qui mérite une gouvernance explicite.

◆ MESURE 1 — CARTOGRAPHIER ET PUBLIER LA DÉPENDANCE GÉOGRAPHIQUE

Chaque État membre devrait publier annuellement un inventaire de la capacité de datacenter sur son territoire : propriétaire, opérateur, volume, énergie consommée, origine légale des entités de contrôle. Cette transparence n'existe pas aujourd'hui. Elle permettrait aux citoyens, aux régulateurs et aux entreprises d'évaluer leur exposition réelle au risque de droit extraterritorial.

◆ MESURE 2 — CONDITIONNER LES AVANTAGES FISCAUX AUX ENGAGEMENTS DE SOUVERAINETÉ

Tout avantage fiscal ou facilitation administrative accordé à un datacenter hyperscaler devrait être conditionné à des engagements vérifiables : localisation des données publiques dans l'UE, formation de techniciens locaux, accès tiers pour les acteurs européens, non-application unilatérale du CLOUD Act aux données européennes hébergées dans ces datacenters.

◆ MESURE 3 — PROTÉGER LES ACTEURS EUROPÉENS SOUVERAINS

OVHcloud, Hetzner, Scaleway et leurs équivalents européens méritent une préférence explicite dans les achats publics — non par protectionnisme, mais par cohérence avec une politique de souveraineté numérique affichée. Un État qui prêche la souveraineté numérique et héberge ses données sur AWS ne fait pas de la souveraineté — il en parle.

◆◆◆

Le sol numérique n'est pas une abstraction. C'est du béton, du câble, de l'électricité et du droit. Celui qui contrôle ces quatre éléments contrôle l'infrastructure. Pas le contrat. Le sol.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE GOULOT DE TAÏWAN

TSMC · ASML · Le Détroit comme Point de Défaillance Unique de l'Économie Numérique Mondiale

◆ LA THÈSE

Le lock-in hyperscaler a trois couches. La couche contractuelle — documentée dans CGV sous Microscope. La couche logicielle — documentée dans La Novlangue qui Coûte Cher. La couche matérielle — la plus profonde, la moins visible, celle que les CGV ne mentionnent pas parce qu'elle précède les CGV. Cette étude documente la première dimension de la couche matérielle : la dépendance géopolitique au détroit de Taïwan — et pourquoi l'organisation qui possède son fer physique est la seule à avoir une continuité d'activité indépendante de cette dépendance.

RATIO

TSMC PUCES <5NM	MONOPOLE EUV	WATERMARK
~90%	ASML 100%	RATIO

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE
Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE MONOPOLE PHYSIQUE DU SILICIUM

CONCEVOIR UNE PUCE LIBRE NE SERT À RIEN SI ON NE PEUT PAS LA GRAVER

Le corpus Opération Dindon a documenté RISC-V comme l'alternative d'architecture open-source aux ISA propriétaires d'Intel, AMD et ARM. Cette documentation est juste et nécessaire. Elle est insuffisante. RISC-V est une architecture de jeu d'instructions — un plan logique. Pour qu'une puce RISC-V existe physiquement, il faut la graver dans du silicium. Et la gravure fine du silicium est soumise à deux monopoles physiques incontournables.

◆ MONOPOLE 1 — ASML ET LES MACHINES EUV

La lithographie extrême ultraviolet (EUV) est la technique de gravure qui permet de produire des puces en dessous de 7nm — les nœuds utilisés dans les GPU de datacenters, les processeurs de smartphones, et les puces d'IA. ASML, entreprise néerlandaise basée à Eindhoven, est le seul fabricant mondial de machines EUV. Une machine EUV ASML coûte environ 150 à 200 millions d'euros, pèse 180 tonnes, nécessite 40 containers pour être transportée, et est assemblée à partir de 100 000 composants provenant de 5 000 fournisseurs dans 30 pays.

Il n'existe pas d'alternative. Ni en Chine (malgré des investissements massifs depuis 2019), ni en Russie, ni en Europe autre qu'ASML elle-même. Toute fonderie qui veut graver des puces avancées doit passer par ASML. Et ASML, sous pression des gouvernements américain et néerlandais, ne vend plus ses machines EUV à la Chine depuis 2023.

◆ MONOPOLE 2 — TSMC ET LA GRAVURE FINE

TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) produit environ 90% des puces avancées mondiales (nœuds en dessous de 5nm). Ses clients incluent Apple, NVIDIA, AMD, Qualcomm, Google, Amazon, Microsoft. Les GPU NVIDIA H100 qui font tourner les modèles d'IA — y compris ceux d'Anthropic, d'OpenAI et de Google DeepMind — sont gravés par TSMC à Taïwan.

TSMC à Taïwan. Sur une île de 36 000 km² séparée de la Chine continentale par un détroit de 130 km. Dans une zone qui fait l'objet de revendications territoriales de la République Populaire de Chine. Dans une région où des exercices militaires chinois de grande ampleur ont eu lieu en 2022 et 2023.

◆ CE QUE CELA SIGNIFIE POUR LE DSI QUI A MIGRÉ 100% VERS LE CLOUD

Son fournisseur cloud (AWS, GCP, Azure) est lui-même dépendant de TSMC pour ses nouveaux serveurs GPU. AWS a commandé des dizaines de milliers de GPU NVIDIA H100 pour ses datacenters. Ces GPU sont gravés par TSMC. En cas de crise taïwanaise, les hyperscalers rationneront leur nouvelle capacité — d'abord pour leurs propres besoins internes (IA, services critiques), ensuite pour leurs clients en ordre de priorité contractuelle. Le DSI dont la continuité d'activité dépend de la disponibilité continue de ressources cloud ne contrôle pas ce rationnement.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LES CHIFFRES DU GOULOT

CE QU'UNE INTERRUPTION DE 6 MOIS DE TSMC PRODUIRAIT — MESURÉ

INDICATEUR	CHIFFRE	SOURCE / NOTE
Part de TSMC dans les puces avancées <5nm mondiales	**~90%**	SemiAnalysis 2023
Fabricants mondiaux de machines EUV	**1 (ASML)**	Monopole mondial absolu
Impact économique estimé d'une interruption TSMC 6 mois	**600 Md$ à 1 200 Md$**	PIIE 2023 · récession mondiale probable
Délai pour construire une fonderie équivalente ex nihilo	**10 à 15 ans**	CHIPS Act USA · Intel Fab allemande en difficulté 2024
Investissement TSMC Arizona (capacité partielle)	**40 Md$ · retards 2024**	TSMC · technologie reste taïwanaise
GPU NVIDIA H100 (cœur des datacenters IA) — fabricant	**TSMC (Taïwan)**	AWS, GCP, Azure dépendent de ce GPU
Restrictions export puces avancées USA→Chine (en vigueur)	**Depuis oct. 2022**	Précédent d'extraterritorialité technologique

◆ CE QUE LES RESTRICTIONS D'EXPORT USA→CHINE RÉVÈLENT POUR L'EUROPE

Depuis octobre 2022, le gouvernement américain interdit l'export vers la Chine de puces avancées et des équipements de production associés. Cette décision unilatérale a été appliquée extraterritorialement — obligeant ASML (entreprise néerlandaise) à cesser ses livraisons en Chine. Elle a été appliquée sans consulter l'Union Européenne.

Ce précédent dit quelque chose d'important pour les organisations européennes qui utilisent du cloud américain : les États-Unis ont démontré leur capacité et leur volonté d'exercer un contrôle extraterritorial sur la supply chain du silicium. Si les circonstances géopolitiques l'exigeaient, un contrôle similaire pourrait être exercé sur l'accès européen aux services cloud américains — ou sur les équipements hardware européens dépendants de technologie américaine.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE REFURBISHED COMME ASSURANCE GÉOPOLITIQUE

UN DELL POWEREDGE R750 ACHETÉ AUJOURD'HUI SERA OPÉRATIONNEL DANS 5 ANS — INDÉPENDAMMENT DE TAÏWAN

L'étude "La VM à 3 000€ et le SRE à 2 800€" a documenté que le Refurbished Grade A est 11 fois moins cher que la VM GCP sur 5 ans. Cette étude ajoute une dimension que la précédente n'avait pas traitée : le Refurbished n'est pas seulement un choix FinOps. C'est une assurance géopolitique.

◆ POURQUOI LE REFURBISHED EST UNE ASSURANCE GÉOPOLITIQUE

Un serveur Dell PowerEdge R750 Refurbished Grade A acheté aujourd'hui contient des puces gravées il y a 2 à 3 ans. Ces puces existent déjà dans le monde physique. Leur disponibilité ne dépend plus de la production future de TSMC, des restrictions d'export américaines, ou de la situation géopolitique dans le détroit de Taïwan. Elles sont là. Elles fonctionnent. Et elles continueront de fonctionner pendant 5 à 7 ans supplémentaires avec une maintenance standard.

En cas de crise d'approvisionnement en silicium — qu'elle soit géopolitique (conflit à Taïwan), naturelle (tremblement de terre, typhon dans les zones de production), ou réglementaire (nouvelles restrictions d'export) — la valeur patrimoniale et stratégique des serveurs physiques existants augmente. La demande pour du matériel de seconde main qualifié et certifié Monte. L'organisation qui possède son fer physique existant a une continuité d'activité que l'organisation 100% cloud n'a pas.

◆ CE QUI SE PASSE POUR LE CLOUD EN CAS DE CRISE TAÏWANAISE

Les hyperscalers ont des stocks de serveurs — mais limités. En cas d'interruption prolongée de la production TSMC, ils ne peuvent pas commander de nouveaux GPU H100 ou de nouveaux CPU de datacenter. La capacité disponible sera maintenue — mais pas augmentée. Les clients qui veulent scaler à la hausse pendant une crise mondiale se heurteront à une capacité rationnée.

Qui sera servi en premier ? Les hyperscalers eux-mêmes (leurs propres services d'IA, leurs services internes critiques), puis leurs clients en ordre de priorité contractuelle — les Enterprise Agreement en premier, les Pay-as-you-go en dernier. L'organisation sans contrat Enterprise est la dernière dans la file.

L'organisation avec son propre serveur physique est hors file. Elle n'attend pas.

RATIO

◆ LA FORMULE QUI RELIE LES DEUX ÉTUDES

Le Refurbished Grade A est 11× moins cher que la VM GCP sur 5 ans (étude FinOps). Il est aussi une assurance géopolitique dont la valeur augmente exactement quand le cloud devient le plus vulnérable (étude géopolitique). Ces deux propriétés ne sont pas indépendantes — elles sont les deux faces de la même décision : posséder son fer ou louer le fer d'un autre.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · CE QUE LE DSI DOIT CALCULER — ET QUI N'EST PAS DANS LE TCO STANDARD

LE COÛT DE LA DÉPENDANCE GÉOPOLITIQUE N'EST PAS DANS LA FACTURE AWS

◆ CE QUE LE TCO STANDARD OUBLIE

Le calcul standard du Total Cost of Ownership cloud vs on-premise compare : coût d'acquisition du matériel + personnel + maintenance + datacenter vs facture cloud mensuelle. C'est un calcul juste dans un monde stable. Il est insuffisant dans un monde où la supply chain du silicium est concentrée sur une île géopolitiquement disputée.

Ce que le TCO standard n'intègre pas :

— La prime d'assurance géopolitique du matériel physique existant

— Le coût du rationnement cloud en cas de crise d'approvisionnement

— La valeur de la continuité d'activité indépendante de la supply chain mondiale

— La dépendance en cascade : cloud → GPU H100 → TSMC → détroit de Taïwan

◆ LES TROIS COUCHES DU LOCK-IN HYPERSCALER

Couche 1 — Contractuelle : CGV Section 14.12 (juridiction californienne), commits noncancellable, egress fees, modification unilatérale des tarifs. Documentée dans CGV sous Microscope.

Couche 2 — Logicielle : dialectes propriétaires (DynamoDB, BigQuery, Lambda), certifications propriétaires, novlangue qui détruit les compétences neutres. Documentée dans La Novlangue qui Coûte Cher.

Couche 3 — Matérielle : dépendance à TSMC pour les nouveaux serveurs GPU, dépendance à ASML pour les machines EUV, concentration géopolitique dans le détroit de Taïwan. Cette couche est la plus profonde. Elle est aussi la seule que les CGV ne mentionnent pas — parce qu'elle précède les CGV. Le fournisseur cloud ne garantit pas sa propre continuité d'approvisionnement en silicium. Personne ne le garantit.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · L'EUROPE ET LE SILICIUM — CE QUI EXISTE ET CE QUI MANQUE

RISC-V · INTEL FAB ALLEMANDE · CHIPS ACT EUROPÉEN · L'HORIZON ET LA RÉALITÉ

◆ CE QUI EXISTE — LES INITIATIVES EUROPÉENNES

CHIPS ACT EUROPÉEN (2023) : 43 milliards d'euros pour doubler la part de l'Europe dans la production mondiale de semi-conducteurs — de 10% à 20% d'ici 2030. Objectif ambitieux. Capacité de gravure fine : non encore réalisée.

INTEL FAB EN ALLEMAGNE (MAGDEBOURG) : investissement prévu de 33 milliards d'euros, gravure en 1,8nm annoncée. Délais : repoussés en 2024 en raison de la baisse des subventions et des difficultés de marché. Capacité prévue : 2030 au plus tôt.

RISC-V : architecture de jeu d'instructions open-source soutenue par une fondation internationale. Des puces RISC-V existent et sont produites — principalement par TSMC pour les clients qui les commandent. L'architecture est libre. La fabrication reste dépendante des mêmes fonderies.

◆ CE QUI MANQUE — LE GAP À 10 ANS

Il n'existe pas en Europe, aujourd'hui, de fonderie capable de graver des puces en dessous de 7nm. TSMC et Samsung sont les seuls au monde capables de le faire en volume industriel. La Chine investit massivement mais reste bloquée en dessous de 28nm pour l'heure en raison des restrictions sur les machines ASML.

Le gap est de 10 à 15 ans dans les scénarios optimistes — et suppose que les investissements annoncés se concrétisent, que les ingénieurs spécialisés sont formés, que les machines ASML sont disponibles (ASML est lui-même soumis à des pressions américaines sur ses exportations), et que les marchés sont au rendez-vous.

LA CONCLUSION POUR LE CORPUS : RISC-V est l'horizon juste. La fonderie souveraine est l'horizon nécessaire. Entre les deux et l'aujourd'hui, il y a une fenêtre de vulnérabilité de 10 à 15 ans pendant laquelle la dépendance au détroit de Taïwan est structurelle et incontournable. C'est dans cette fenêtre que le corpus Opération Dindon opère. C'est dans cette fenêtre que les décisions du DSI ont lieu.

RATIO

Le DSI qui signe pour du cloud managé accepte trois couches de dépendance.
La première est dans les CGV qu'il a signées.
La deuxième est dans le code de ses développeurs.
La troisième est dans le détroit de Taïwan.
Cette troisième couche ne figure dans aucun contrat.
Elle existe quand même.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA BOÎTE NOIRE MATÉRIELLE

Intel Management Engine · AMD Platform Security Processor

Le Lock-In au Niveau du Silicium

◆ LA THÈSE

L'organisation qui pense s'être affranchie du cloud en achetant du bare-metal mais qui tourne sur du silicium Intel ou AMD avec des firmwares propriétaires non auditables a résolu un problème de dépendance logicielle pour tomber dans un problème de dépendance matérielle potentiellement plus profond. Le lock-in hyperscaler est au niveau logiciel. Le lock-in matériel est au niveau du silicium. Cette étude documente la deuxième dimension de la couche matérielle : les processeurs cachés dans chaque serveur, leur nature, et ce qu'ils signifient pour la souveraineté.

RATIO

INTEL ME	AMD PSP	WATERMARK
Depuis 2008	**Depuis 2013**	**RATIO**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · L'INTEL MANAGEMENT ENGINE — LE DEUXIÈME ORDINATEUR DANS LE SERVEUR

CHAQUE PROCESSEUR INTEL CONTIENT UN ORDINATEUR INDÉPENDANT QUE LINUX NE CONTRÔLE PAS

Depuis 2008, chaque processeur Intel intègre un sous-système appelé Intel Management Engine (IME). Ce n'est pas une fonctionnalité optionnelle. Ce n'est pas un composant externe. C'est un processeur secondaire gravé dans le die du CPU principal, avec son propre firmware, son propre système d'exploitation (MINIX 3), et ses propres accès à la mémoire, au réseau et au stockage.

◆ CE QUE L'INTEL MANAGEMENT ENGINE FAIT

L'IME a été conçu pour la gestion à distance des serveurs d'entreprise — permettre à un administrateur système de redémarrer, reconfigurer ou diagnostiquer un serveur sans être physiquement présent. Cette fonctionnalité est légitime et utile. Ce qui est problématique, c'est son architecture :

Il s'exécute indépendamment de l'OS : Linux, Windows, BSD — aucun système d'exploitation ne contrôle l'IME. Il tourne en dessous du niveau kernel. Il est invisible aux outils d'audit standard.

Il fonctionne quand le serveur est "éteint" : tant que le serveur est alimenté (même en veille profonde), l'IME est actif. Il peut recevoir des instructions réseau et les exécuter sans que l'OS principal soit démarré.

Il a un accès réseau indépendant : l'IME peut communiquer sur le réseau via des canaux distincts de ceux utilisés par l'OS. Sur certaines cartes mères, il dispose de son propre port réseau dédié.

Son firmware est propriétaire : Intel ne publie pas le code source du firmware de l'IME. Il ne peut pas être audité, ni remplacé facilement. Des tentatives de désactivation partielle existent (me_cleaner) mais elles ne sont pas garanties complètes.

◆ L'AMD PLATFORM SECURITY PROCESSOR — LE MÊME PROBLÈME CÔTÉ AMD

Depuis 2013, les processeurs AMD intègrent le Platform Security Processor (PSP) — également appelé AMD Secure Technology. Il est basé sur une architecture ARM Cortex-A5, dispose d'un firmware propriétaire, et a des fonctions similaires à l'IME : exécution avant le démarrage de l'OS, accès à la mémoire, gestion de la sécurité au niveau hardware.

AMD a publié davantage de spécifications techniques que Intel sur ce composant, mais le firmware reste propriétaire et non auditable dans son intégralité. La communauté coreboot travaille sur des implémentations alternatives mais la couverture est partielle.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ACHETER DU BARE-METAL SANS MAÎTRISER L'IME/PSP — C'EST DÉPLACER LE LOCK-IN

◆ LA CHAÎNE DE JURIDICTION DU FIRMWARE

Le firmware de l'Intel IME est développé et distribué par Intel Corporation, dont le siège est à Santa Clara, Californie. Les mises à jour de firmware sont signées cryptographiquement par Intel. Elles sont distribuées via les canaux de mise à jour du fabricant de la carte mère (Dell, HP, Lenovo, Supermicro) qui les incorpore dans ses propres mises à jour BIOS/UEFI.

Ce firmware est soumis au droit américain. Il est soumis aux National Security Letters. Il est soumis au CLOUD Act dans sa dimension de contrôle des systèmes d'information. Une organisation qui fait tourner ses données sensibles sur des serveurs Intel en croyant s'être affranchie du cloud américain fait en réalité tourner ces données sur un firmware américain non auditable.

Ce n'est pas une spéculation. C'est la conséquence logique de l'architecture IME et du droit américain tel que documenté dans CGV sous Microscope.

◆ CE QUE LE SRE NE PEUT PAS FAIRE AVEC L'IME

Un administrateur Linux expérimenté a accès à tout : kernel, drivers, logs, métriques hardware, appels système. Il peut auditer pratiquement n'importe quelle couche du système. L'IME est l'exception — la couche qui échappe à son autorité technique.

Il ne peut pas lire les logs de l'IME sans outils spéciaux (et partiels).

Il ne peut pas inspecter le trafic réseau de l'IME avec tcpdump — l'IME opère en dessous de l'interface réseau.

Il ne peut pas désactiver l'IME sans risquer de déstabiliser le serveur (certaines fonctions BIOS dépendent de l'IME).

Il ne peut pas vérifier l'intégrité du firmware IME avec les outils standard d'audit.

La Primauté Technique documentée dans le corpus s'arrête à la surface de l'IME. En dessous : terra incognita propriétaire.

◆ LES RÉPONSES PARTIELLES QUI EXISTENT

Coreboot : firmware open-source alternatif pour le BIOS/UEFI, supporté sur un nombre limité de cartes mères (principalement Chromebook, certains Lenovo ThinkPad, quelques serveurs). Il peut réduire la surface d'exposition de l'IME sans l'éliminer complètement.

ME_CLEANER : outil qui tente de neutraliser les modules non essentiels de l'IME. Résultats partiels, risques de déstabilisation, non supporté officiellement.

RISC-V + processeurs open : l'horizon à 10-15 ans. Des processeurs RISC-V sans IME existent mais ne sont pas encore disponibles en version datacenter haute performance.

IBM POWER + OpenPOWER : alternative existante avec un niveau d'auditabilité supérieur aux processeurs x86. Coût et écosystème logiciel différents.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES TROIS COUCHES DU LOCK-IN — SYNTHÈSE COMPLÈTE

CONTRACTUEL · LOGICIEL · MATÉRIEL — LA DÉPENDANCE TOTALE CARTOGRAPHIÉE

COUCHE I — CONTRACTUELLE

Ce qu'elle est : juridiction californienne (GCP §14.12), commits noncancellable, egress fees, modification unilatérale des tarifs, accès gouvernemental possible (CLOUD Act).
Comment en sortir : changer de fournisseur, renégocier les contrats, choisir un infogéreur souverain. Difficile mais possible — documenté dans L'Exodus Accompagné.
Étude corpus : CGV sous Microscope.

COUCHE 2 — LOGICIELLE

Ce qu'elle est : dialectes propriétaires (DynamoDB, BigQuery, Lambda), certifications propriétaires, novlangue qui détruit les compétences neutres, code applicatif qui parle le langage du fournisseur.
Comment en sortir : Interface Souveraine (Anti-Corruption Layer), migration progressive (Sortie Douce), reconstruction des compétences neutres (Socle du Fer). Lent mais faisable — documenté dans le corpus.
Études corpus : Interface Souveraine · La Novlangue qui Coûte Cher.

COUCHE 3 — MATÉRIELLE

Ce qu'elle est : dépendance à TSMC/ASML pour les nouveaux serveurs GPU (Le Goulot de Taïwan), firmware propriétaire Intel ME / AMD PSP non auditable (La Boîte Noire Matérielle), valeur stratégique du matériel existant en cas de crise d'approvisionnement (Le Refurbished Stratégique).
Comment en sortir : posséder son fer existant (horizon immédiat), coreboot/me_cleaner (horizon partiel, complexe), RISC-V + fonderies souveraines (horizon 10-15 ans). Pas de solution simple aujourd'hui.
Études corpus : Le Fer Numérique · Le Goulot de Taïwan · La Boîte Noire Matérielle · Le Refurbished Stratégique.

RATIO

La couche contractuelle est visible — elle est dans les CGV.
La couche logicielle est visible — elle est dans le code.
La couche matérielle est invisible — elle est dans le silicium.
Le corpus Opération Dindon a documenté les trois.
La troisième couche est la seule que les CGV ne mentionnent pas.
Elle existe quand même.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE FINOPS DU DERNIER GRAMME

Récupération des métaux précieux du bare-metal en fin de vie

Lab DIY Amine RAITI — Du rack au creuset · Alchimie SysAdmin

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Après chaque opération de rackage/dérackage, les serveurs en fin de vie s'accumulent. La filière DEEE traditionnelle paie entre 0 et 50€ par serveur — ou facture l'enlèvement. Cette étude documente une alternative radicale : la récupération directe des métaux précieux contenus dans le hardware obsolète. Or, cuivre, argent, palladium — la valeur résiduelle est réelle, mesurable, et extractible avec du matériel de lab accessible.

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LA THÈSE ÉCONOMIQUE — CE QU'UN SERVEUR VAUT VRAIMENT

LA VALEUR RÉSIDUELLE QUE PERSONNE NE CALCULE

Un serveur Dell R640 de 5 ans est considéré comme un coût de fin de vie. Il coûte à recycler, à stocker, à déplacer. Personne dans la DSI ne calcule ce qu'il contient en valeur métallurgique brute. Ce calcul existe — et il change la perspective.

◆ CONTENU MÉTALLIQUE D'UN SERVEUR 1U STANDARD

Or (Au) : 0,2 à 0,5g selon le modèle. Présent dans les gold fingers des DIMMs, les connecteurs PCIe, les contacts du socket CPU, les connecteurs SAS/SATA haut de gamme, les puces chipset. Cours juin 2026 : ~85€/g. Valeur : **17 à 42€ par serveur.**

Cuivre (Cu) : 0,5 à 1,5 kg dans les câbles, les connecteurs, les pistes PCB épaisses. Cours : ~9€/kg. Valeur : **4 à 13€ par serveur.**

Argent (Ag) : traces dans certains contacts et condensateurs. 0,1 à 0,3g. Cours : ~0,95€/g. Valeur : **0,10 à 0,30€ par serveur.**

Palladium (Pd) : présent dans les condensateurs MLCC des cartes mères et cartes réseau haut de gamme. 0,01 à 0,05g. Cours : ~35€/g. Valeur : **0,35 à 1,75€ par serveur.**

Total estimé par serveur R640 : 22 à 58€ de métaux précieux bruts.

Pour un rack de 40 serveurs : 880 à 2 300€ de valeur résiduelle récupérable.

◆ COMPARAISON AVEC LA FILIÈRE DEEE

La filière DEEE agréée rachète les serveurs en lot — entre 0 et 50€ par unité selon l'état. Elle facture parfois l'enlèvement pour les lots inférieurs à 500kg. Elle absorbe la valeur métallique dans ses marges. La récupération directe contourne cette intermédiation — au prix d'un investissement en temps et en matériel de lab que cette étude documente et chiffre.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE PROCESS — ALCHIMIE SYSADMIN

DU COMPOSANT AU CREUSET — LES DEUX OPTIONS

Préparation des mélanges — Péchet Leclerc Echo+ · Lab Amine RAITI

⚠️ AVERTISSEMENT MAJEUR — SÉCURITÉ NON NÉGOCIABLE

Manipulation de produits chimiques dangereux (acides forts, oxydants puissants). **EPI obligatoires** : gants résistants aux acides, lunettes de protection intégrale, masque FFP3 minimum. **Ventilation impérative** : extérieur ou hotte aspirante chimique. **Jamais seul.** Avoir du bicarbonate de sodium à portée pour neutraliser les projections. Connaître le numéro du centre antipoison : 01 40 05 48 48.

◆ OPTION A — PCB ET CONNECTEURS (MÉTHODE ACIDE)

Dissolution du cuivre : plonger les connecteurs dans un mélange d'acide chlorhydrique (HCl 33%) et de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (12%). Version accessible : vinaigre blanc concentré + sel de mer + H_2O_2 (12%). L'ajout d'un bulleur d'aquarium (Péchet Leclerc Echo+) accélère la dissolution du cuivre et le détachement des feuilles d'or — celles-ci remontent en surface.

Purification : récupérer les feuilles d'or. Les dissoudre dans 200 ml HCl + 2 c.à.s. de nitrate de sodium ($NaNO_3$). Chauffer à 80°C pendant 15 minutes. Alternative : HCl + quelques ml d'eau de Javel (⚠️ extrêmement dangereux — dégagement de chlore gazeux).

Filtration et précipitation : filtrer la solution. Neutraliser avec de l'acide sulfamique (sauf méthode eau de Javel). Faire précipiter l'or pur avec du sulfate de fer II ($FeSO_4$). Laisser reposer 24h. La poudre d'or brune se dépose au fond.

Fonte : récupérer la poudre, sécher, fondre au chalumeau dans un creuset en graphite ou en argile réfractaire.

◆ OPTION B — PUCES ET COMPOSANTS (INCINÉRATION + CHIMIE)

Incinération préalable : séparer les puces des PCB. Les passer au feu (barbecue ou cheminée en extérieur) pour éliminer les résines époxy et le carbone organique. Les cendres contiennent les métaux concentrés.

Traitement chimique : le processus de dissolution et de précipitation est identique à l'Option A. Le rendement est légèrement inférieur mais la quantité d'or par gramme de matière traitée est supérieure.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA NEUTRALISATION — L'ÉTAPE QUI NE SE SAUTE PAS

LES DÉCHETS CHIMIQUES — PROTOCOLE OBLIGATOIRE

Gestion des déchets chimiques après extraction · Lab Amine RAITI

⚠️ POINT CRITIQUE — NE JAMAIS JETER LES SOLUTIONS USAGÉES TELLES QUELLES

Les solutions après extraction contiennent des acides forts et des métaux dissous — cuivre, fer, étain, plomb. Les jeter dans l'évier ou dans la nature est un délit environnemental. C'est aussi une erreur de débutant. Le protocole de neutralisation est aussi important que le protocole d'extraction.

◆ NEUTRALISATION À LA SOUDE CAUSTIQUE — ÉTAPE PAR ÉTAPE

Matériel : soude caustique (hydroxyde de sodium NaOH, granulés ou solution), papier pH ou pH-mètre, récipient en plastique PEHD, agitateur.

Protocole :

1. Verser lentement la soude caustique dans la solution acide usagée (jamais l'inverse — risque de projection violente). La réaction est exothermique — le mélange chauffe.
2. Observer la montée du pH. Les métaux dissous précipitent progressivement sous forme de boues colorées — vert-bleu pour le cuivre, brun-rouille pour le fer, gris pour l'étain.
3. Continuer jusqu'à pH neutre (7). Vérifier au papier pH ou pH-mètre.
4. Laisser décanter 24 à 48 heures. Les boues se déposent au fond.
5. Filtrer les boues solides. Les conditionner dans des sacs hermétiques étiquetés "déchets métalliques — traitement spécialisé".
6. Déposer les boues en déchetterie spécialisée (Veolia, Séché Environnement, ou déchetterie professionnelle agréée DEEE).
7. Le liquide neutralisé à pH ~7 peut être évacué dans le réseau d'assainissement — vérifier avec la réglementation locale.

Le cuivre des boues peut lui-même être revendu à des fonderies spécialisées (Aurubis, Comet Traitements) si les volumes sont suffisants.

◆ LES BOUES COMME DEUXIÈME SOURCE DE VALEUR

Les boues de neutralisation d'un traitement de 40 serveurs contiennent 50 à 200g de cuivre précipité, des traces de nickel et d'étain. Certaines fonderies de récupération (Comet Traitements en Belgique, Umicore) rachètent ces boues à des tarifs variables selon la concentration. Ce n'est pas une fortune — mais c'est un flux de valeur supplémentaire sur des déchets qui seraient autrement payants à éliminer.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE CALCUL DE RENTABILITÉ

LE ROI DU LAB DIY

Le creuset après fonte — or récupéré · Lab Amine RAITI

◆ INVESTISSEMENT INITIAL — LE LAB DIY

Équipement de sécurité : gants acides (15€), lunettes intégrales (25€), masque FFP3 x5 (15€), tablier chimique (20€). Total : ~75€

Matériel de lab : bulleur d'aquarium type Péchet Leclerc Echo+ (12€), récipients PEHD 5L x3 (25€), entonnoir filtrant + papier filtre (10€), pH-mètre (15€), chalumeau butane + recharge (35€), creuset graphite (20€). Total : ~120€

Réactifs (pour 40 serveurs) : HCl 33% 2L (8€ en droguerie), H_2O_2 12% 2L (6€), $NaNO_3$ 500g (12€), $FeSO_4$ 500g (8€), acide sulfamique 500g (10€), NaOH granulés 1kg (6€). Total : ~50€

Investissement total premier lot : 245€ (réutilisable pour les lots suivants)

◆ TABLEAU DE RENTABILITÉ — LOT DE 40 SERVEURS R640

Valeur brute récupérable : 880 à 2 300€ (or + cuivre + argent)

Coût réactifs lot 1 : 50€

Coût équipement (amorti sur 5 lots) : 50€/lot

Temps de traitement estimé : 2 jours (préparation + chimie + neutralisation)

Coût d'élimination DEEE évité : 0 à 500€ selon le prestataire

Net récupéré lot 1 : 780 à 2 200€ — soit 19 à 55€ par serveur

Dès le lot 2 : l'équipement est amorti. Le coût marginal tombe à 50€ de réactifs. Le net récupéré monte à 830 à 2 250€.

◆ CE QUE LE CALCUL NE PREND PAS EN COMPTE

Le temps du SysAdmin — 2 jours de traitement représentent un coût salarial. Ce process est pertinent pour un passionné qui trouve la démarche intéressante en elle-même, ou pour une structure qui traite des volumes suffisants pour justifier l'investissement en temps. Ce n'est pas un business à temps plein — c'est un FinOps d'opportunité sur du matériel qui serait autrement un coût pur.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA RÉGLEMENTATION — CE QU'ON PEUT FAIRE LÉGALEMENT

CADRE JURIDIQUE EN FRANCE — CE QUI EST PERMIS

La récupération de métaux précieux sur du matériel informatique est légale en France dans un cadre privé ou professionnel, sous réserve du respect de la réglementation sur les déchets dangereux. Deux points clés à connaître avant de commencer.

◆ POINT 1 — ACCORD DE L'EMPLOYEUR POUR LE MATÉRIEL D'ENTREPRISE

Le matériel informatique appartient à l'entreprise jusqu'à sa mise au rebut formelle. Récupérer des serveurs hors inventaire sans accord écrit expose à des risques juridiques (recel, vol). La démarche correcte : obtenir un bon de cession à titre gratuit ou un procès-verbal de mise au rebut signé par la direction ou le service achat. Ce document formalise le transfert de propriété et couvre légalement la récupération.

◆ POINT 2 — LES DÉCHETS CHIMIQUES PRODUITS

Les solutions acides et les boues métalliques produites sont classifiées déchets dangereux au sens de la directive européenne 2008/98/CE. Pour un usage personnel ou de lab, le volume reste généralement sous les seuils de déclaration obligatoire (10 litres de déchets liquides dangereux par mois pour les particuliers). Au-dessus de ces seuils, une déclaration à l'inspection des installations classées (ICPE) peut être nécessaire. Le dépôt des boues en déchetterie spécialisée agréée est systématiquement requis — c'est à la fois légal et la bonne chose à faire.

◆ POINT 3 — LA REVENTE DE L'OR RÉCUPÉRÉ

La revente d'or récupéré est légale en France. Les acheteurs d'or (bijouteries, comptoirs d'achat, fonderies spécialisées) rachètent l'or de récupération industrielle. Pour des quantités inférieures à quelques grammes, la transaction est informelle. Au-dessus de 500€ de valeur par transaction, l'acheteur est tenu de vérifier l'identité du vendeur (loi n°2011-900, art. 62). Garder la traçabilité du matériel source (bon de cession) est une bonne pratique même en dessous de ce seuil.

RAITI

◆ NASSIHA — CE PROCESS N'EST PAS FAIT POUR L'ÉCHELLE INDUSTRIELLE

Ce process est documenté pour un SysAdmin passionné qui traite le matériel de son propre rack ou de son entreprise avec accord. Pour des volumes industriels (tonnes de PCB), des opérateurs agréés comme Umicore, Aurubis ou Comet Traitements ont les infrastructures et les autorisations nécessaires — et des rendements d'extraction bien supérieurs. Cette étude documente le niveau DIY — lab, chalumeau, creuset, Péchet Leclerc Echo+.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA THÈSE PÉDAGOGIQUE — LE SOCLE DU FER PAR LA CHIMIE

L'INGÉNIEUR QUI A FONDU SON OR COMPREND CE QU'IL Y A DANS UN SERVEUR

Ce process est plus qu'un exercice de FinOps radical. C'est une leçon de chimie appliquée, de physique des matériaux, et d'économie circulaire que l'ingénieur infrastructure apprend en faisant. Il complète le Socle du Fer par une dimension que les cours magistraux ne donnent pas : la valeur physique et chimique de ce qu'il administre.

◆ CE QUE CE PROCESS APPREND QU'UN COURS NE PEUT PAS APPRENDRE

L'ingénieur qui a fait ce process une fois sait viscéralement pourquoi les connecteurs PCIe sont en or et pas en cuivre — la résistance à l'oxydation, la conductivité, la ductilité. Il sait pourquoi les DIMMs ont des "gold fingers" — le contact électrique parfait sur des millions de cycles d'insertion. Il sait que son serveur Dell contient de l'or de la même façon qu'un lingot — différemment concentré, différemment distribué, mais réel et mesurable. Cette connaissance matérielle est exactement ce que la formation cloud abstract away et que le Socle du Fer cherche à reconstruire.

◆ LE LIEN AVEC "LE FER NUMÉRIQUE"

"Le Fer Numérique" a documenté que la puce est le lingot du XXIe siècle — une ressource rare, stratégique, géopolitiquement sensible. Ce process est la démonstration expérimentale de cette thèse : le serveur que l'administrateur installe contient littéralement des métaux précieux, exactement comme un minerai contient de l'or. La chaîne TSMC → puce → serveur → or récupéré est une chaîne de valeur réelle que le lab DIY rend visible, palpable, mesurable.

◆ POUR LES FORMATIONS ET LES CURSUS

Ce process est un format pédagogique possible dans les cursus BTS ou DUT infrastructure — une journée de lab pratique autour du démontage, de l'identification des composants à haute valeur métallique, et de la récupération supervisée. Ce n'est pas un cours de chimie — c'est un cours d'infrastructure qui passe par la chimie pour ancrer physiquement la valeur du hardware. L'étudiant qui a vu de l'or sortir d'un connecteur PCIe en comprend la valeur différemment que celui qui l'a seulement lu dans un cours.

RATIO

Le FinOps du dernier gramme n'est pas de l'avarice. C'est du respect — pour la valeur physique de ce qu'on administre, pour les ressources rares qui ont servi, et pour l'ingénieur qui sait ce qu'il y a dans son rack jusqu'au dernier atome.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE REFURBISHED GRADE A

Ce que la machine d'occasion dit que la neuve ne dit pas

RATIO

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude complète le corpus Opération Dindon sur un angle FinOps hardware. Elle traite du matériel serveur reconditionné Grade A comme stratégie d'infrastructure — économiquement, écologiquement et opérationnellement. Elle s'appuie sur l'expérience directe de l'auteur en tant que Head of SRE, sur des chiffres réels d'achat, et sur une photo d'une machine qui prouve par sa date d'uptime que le matériel d'entreprise est fait pour durer.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

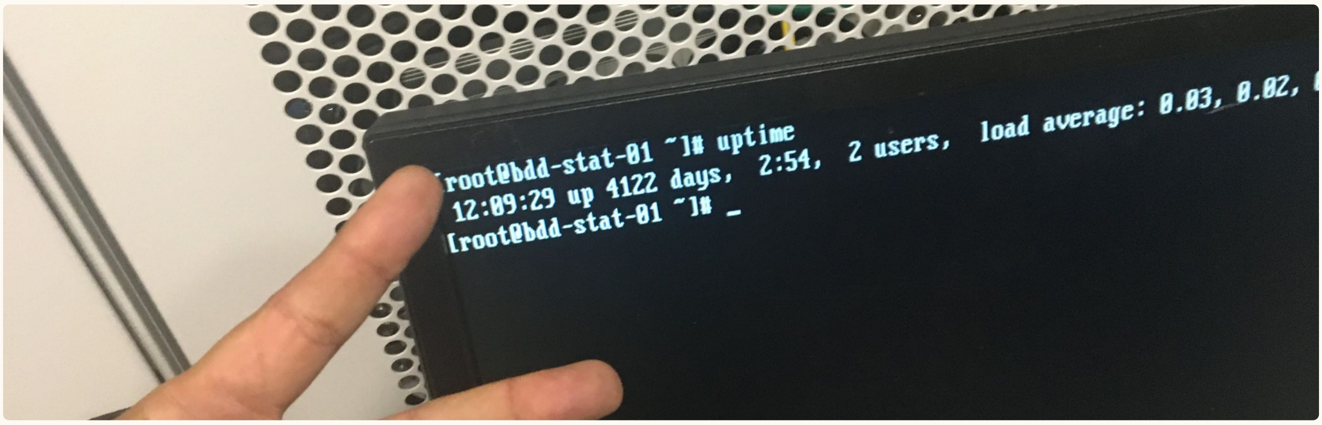
Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

SECTION I · LA MACHINE AUX 4 122 JOURS

LA MEILLEURE PREUVE EST DANS LE COMPTEUR D'UPTIME

4 122 jours. C'est le compteur d'uptime d'une machine legacy de base de données, isolée dans son coin de rack, que personne n'a voulu toucher parce qu'elle tourne depuis si longtemps que tout le monde a peur de l'arrêter. 4 122 jours, c'est plus de 11 ans de fonctionnement sans interruption.



Uptime : 4 122 jours — machine legacy base de données · © Amine RAITI

Cette machine n'est pas une exception. Elle est la démonstration que le matériel serveur d'entreprise est conçu pour durer bien au-delà des cycles de renouvellement de 3 à 5 ans que les fabricants recommandent — et que les services financiers approuvent sans questionner. Un serveur qui tourne depuis 11 ans sans incident matériel majeur n'est pas un serveur en sursis. C'est un serveur qui prouve que la durabilité du matériel d'entreprise est structurellement sous-exploitée.

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE MACHINE NE DÉMONTRE PAS

4 122 jours d'uptime sur une machine legacy isolée ne signifie pas que tout le matériel peut être utilisé indéfiniment. Cette machine est une base de données en charge contrôlée, sans sollicitation extrême, dans un environnement thermique stable. Elle démontre que la durée de vie opérationnelle réelle du matériel d'entreprise est bien supérieure à ce que les cycles d'achat standard supposent — pas que le renouvellement est inutile.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE CHIFFRE QUI NE MENT PAS

3 000€ CONTRE 12 000€ — MÊME CHARGE DE TRAVAIL

Le comparatif est simple. Un Dell PowerEdge R640 refurbished Grade A avec support étendu — 192 Go de RAM, 4×1 To SSD, bi-CPU Xeon — coûtait 2 100€ en janvier 2024 auprès d'un opérateur spécialisé. En juin 2026, avec la flambée des prix des composants RAM et l'inflation générale, ce même serveur se négocie autour de 3 000€. Son successeur direct en neuf — un Dell PowerEdge R760 configuré à spécifications équivalentes — est facturé entre 8 000 et 12 000€ selon la configuration et le canal d'achat.

◆ LE RAPPORT 1 POUR 4

3 000€ contre 10 000€ en moyenne : le refurbished Grade A revient à environ un quart du prix du neuf pour une charge de travail identique. Sur un parc de 10 serveurs, la différence est de 70 000€. Sur un parc de 50 serveurs — taille courante pour une infrastructure SRE de taille moyenne — elle est de 350 000€. Ce n'est pas une économie marginale. C'est un choix d'architecture budgétaire.

◆ CE QUE LE PRIX INCLUT CÔTÉ REFURBISHED

Le prix du refurbished Grade A n'est pas le prix d'une machine nue. Il inclut — auprès des opérateurs sérieux — un reconditionnement complet (nettoyage, test de tous les composants, remplacement des pièces défaillantes), une garantie contractuelle, et la possibilité d'un support étendu couvrant du matériel hors support constructeur. La comparaison avec le neuf est donc une comparaison service pour service, pas machine nue contre machine neuve.

◆ LE PRIX DU XEON SEUL EST UN RÉVÉLATEUR

Sur un R750 neuf (génération intermédiaire, 15e génération), un processeur Intel Xeon Gold 6346 seul est facturé 2 317€ par l'intégrateur. Deux processeurs représentent donc 4 634€ avant de compter le châssis, la RAM, le stockage et le support. Le R640 refurbished à 3 000€ complet — bi-CPU, 192 Go RAM, 4 SSD, support étendu — est moins cher que les deux processeurs seuls d'une génération intermédiaire en neuf. Ce n'est pas une promotion. C'est la réalité du marché du matériel reconditionnné d'entreprise.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · CE QUE GRADE A SIGNIFIE

PAS DE L'OCCASION — DE L'INFRASTRUCTURE RECONDITIONNÉE

Le terme "occasion" évoque des risques que le refurbished Grade A en environnement entreprise ne présente pas. La distinction est structurelle et mérite d'être explicitée — parce que c'est souvent la confusion entre les deux qui bloque les décisions d'achat dans les organisations qui n'ont jamais testé le modèle.

◆ CE QUE GRADE A SIGNIFIE CONCRÈTEMENT

Reconditionnement complet : la machine est entièrement démontée, nettoyée, tous les composants testés individuellement, les pièces défaillantes remplacées par des pièces d'origine certifiées. Elle repart avec un état interne équivalent au neuf.

Grade A cosmétique : la machine présente d'éventuelles marques d'usage mineures sur le châssis — rayures légères, usure du revêtement. Elle n'a pas l'aspect d'une machine sortie du carton. Dans un rack, derrière une porte de baie, ça n'a aucune importance opérationnelle.

Garantie contractuelle : les opérateurs sérieux offrent une garantie de 12 à 36 mois sur le matériel reconditionné, avec remplacement des composants défaillants.

Support étendu : des spécialistes comme Evernex, Park Place Technologies ou MaintenX proposent un support multiconstructeur sur du matériel hors support officiel Dell, HP ou Cisco — avec SLA, intervention sur site et remplacement de pièces. Ce support étendu est la clé qui rend le refurbished viable en production critique.

◆ CE QUI DISTINGUE UN BON OPÉRATEUR D'UN MAUVAIS

La qualité du refurbished Grade A dépend entièrement de l'opérateur. Un bon opérateur publie ses procédures de test, fournit le service tag Dell (vérifiable sur le site Dell pour connaître l'historique de la machine), offre un SLA de support clair, et dispose d'un stock de pièces détachées pour les modèles qu'il vend. Un mauvais opérateur vend du matériel nettoyé sans test fonctionnel avec une garantie de façade. La due diligence sur l'opérateur est la vraie étape de sécurisation d'un achat refurbished — pas la méfiance systématique envers le modèle.

RAITI

◆ NASSIHA — LE REFURBISHED N'EST PAS POUR TOUT LE MONDE

Le refurbished Grade A avec support étendu est adapté aux charges de production stables sur du matériel éprouvé. Il n'est pas adapté aux workloads nécessitant les dernières générations de processeurs (IA, HPC), aux architectures qui dépendent de fonctionnalités PCIe Gen5 ou DDR5, ou aux environnements où le support constructeur direct est une exigence contractuelle. Pour le reste — et c'est la majorité des workloads d'infrastructure — c'est le bon choix.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · L'ARGUMENT ÉCOLOGIQUE

CHAQUE MACHINE QU'ON N'ACHÈTE PAS EN NEUF EST UNE PUCE QU'ON N'A PAS COMMANDÉE À TAIWAN

L'argument écologique du refurbished est souvent présenté comme secondaire — une bonne conscience en plus du bon prix. C'est une erreur de cadrage. L'argument écologique est un argument de souveraineté industrielle autant qu'un argument environnemental, et il s'articule directement avec les thèses de "Le Fer Numérique" du corpus Opération Dindon.

◆ LA FABRICATION D'UN SERVEUR : CE QU'ELLE CONSOMME

La fabrication d'un serveur neuf est l'un des actes les plus consommateurs en ressources de l'industrie numérique. Elle mobilise des terres rares extraites en Chine, des puces fabriquées à Taiwan chez TSMC, des circuits imprimés produits en Asie du Sud-Est, et un processus d'assemblage qui consomme de l'énergie et de l'eau en quantités significatives. L'empreinte carbone de la fabrication d'un serveur représente une part substantielle de l'empreinte carbone totale sur sa durée de vie — certaines études l'évaluent entre 50 et 80% du total sur 4 ans.

◆ ALLONGER LA DURÉE DE VIE : LE LEVIER LE PLUS EFFICACE

Un serveur utilisé 8 ans au lieu de 4 divise par deux sa consommation d'énergie manufacturière par année de service. Un serveur refurbished utilisé pour une deuxième vie de 4 ans évite entièrement la fabrication d'un serveur neuf. À l'échelle d'un parc de 50 serveurs renouvelés tous les 4 ans, passer au refurbished Grade A représente l'évitement de la fabrication de 50 serveurs neufs tous les 4 ans — avec tout ce que cela implique en termes de puces TSMC non commandées, de terres rares non extraites, et de cycles de fabrication non déclenchés.

◆ LE LIEN AVEC "LE FER NUMÉRIQUE"

"Le Fer Numérique" a documenté que 90% des puces avancées mondiales sont fabriquées par TSMC à Taiwan, sur un territoire de 35 000 km² exposé à une tension géopolitique structurelle. Chaque serveur neuf non acheté est une commande de puces non passée à TSMC. Le refurbished Grade A est donc aussi un levier de réduction de la dépendance à la chaîne d'approvisionnement en semi-conducteurs — pas seulement un levier de réduction des coûts. Ces deux arguments arrivent à la même conclusion par des chemins différents.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE SUPPORT ÉTENDU — LA CLÉ DE VOÛTE

CE QUI REND LE REFURBISHED VIABLE EN PRODUCTION CRITIQUE

Le frein principal à l'adoption du refurbished en production critique n'est pas la fiabilité du matériel — elle est démontrée. C'est la question du support : que se passe-t-il quand une pièce tombe en panne sur du matériel hors support constructeur ? La réponse est le support étendu tiers — un marché structuré, avec des acteurs établis, des SLA contractuels et des stocks de pièces détachées qui permettent de maintenir du matériel longtemps après la fin du support officiel.

◆ CE QU'OFFRE UN OPÉRATEUR DE SUPPORT ÉTENDU

Les opérateurs spécialisés — parmi lesquels Evernex, Park Place Technologies, Curvature ou MaintenX — proposent des contrats de maintenance multiconstructeur couvrant Dell, HP, Cisco, NetApp et d'autres. Ces contrats incluent un SLA d'intervention (4h, 8h, NBD selon le niveau choisi), un stock de pièces détachées certifiées, une astreinte 24/7, et du support technique. Le coût d'un tel contrat est significativement inférieur au support ProSupport constructeur Dell sur du matériel neuf — tout en couvrant du matériel que Dell ne supporte plus officiellement.

◆ LA VÉRIFICATION DU SERVICE TAG — ÉTAPE OBLIGATOIRE

Avant tout achat refurbished, le service tag de la machine doit être vérifié sur le site de support Dell. Ce numéro unique révèle la date de fabrication originale, l'historique des interventions sous garantie constructeur, et les éventuelles pièces remplacées. Un service tag transparent est le premier signe d'un opérateur sérieux. Un opérateur qui refuse de le communiquer avant l'achat est un opérateur à éviter.

◆ LE ROI À 3 ANS — LE CALCUL QUI CONVAINC LES DSI

Sur 3 ans, pour 10 serveurs R640 refurbished Grade A à 3 000€ pièce avec support étendu à 500€/an/machine :
Investissement total : 30 000€ (hardware) + 15 000€ (support 3 ans) = **45 000€**
Sur 3 ans, pour 10 serveurs R760 neufs à 10 000€ pièce avec ProSupport Dell Basic :
Investissement total : 100 000€ (hardware) + 18 000€ (support) = **118 000€**
Économie : **73 000€ SUR 10 MACHINES SUR 3 ANS** — pour une charge de travail identique.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

REFURBISHED GRADE A FIRST — UNE POLITIQUE D'ACHAT

La proposition de cette étude n'est pas de remplacer tout le matériel neuf par du refurbished. C'est d'inverser la charge de la preuve dans les décisions d'achat : au lieu de justifier pourquoi on choisit le refurbished, justifier pourquoi on choisit le neuf. Le neuf a des cas d'usage légitimes. Ils sont moins nombreux qu'on ne le suppose.

◆ QUAND CHOISIR LE REFURBISHED GRADE A

— Workloads de production stables sur des technologies éprouvées : bases de données, serveurs web, virtualisation, stockage
— Environnements où le support constructeur direct n'est pas une exigence contractuelle ou réglementaire
— Renouvellement de parc sur des générations de serveurs bien documentées (R630, R640, R740, HP DL360 Gen9/Gen10)
— Lab, staging, environnements de développement — sans exception

◆ QUAND CHOISIR LE NEUF

— Workloads nécessitant les dernières générations de processeurs : IA, HPC, inférence GPU
— Architectures dépendant de PCIe Gen5, DDR5, ou de fonctionnalités non disponibles sur les générations refurbished
— Exigences contractuelles ou réglementaires imposant le support constructeur direct
— Edge computing et environnements contraints en espace où la densité de la dernière génération est déterminante

◆ LES TROIS MESURES CONCRÈTES

Mesure 1 : intégrer une analyse refurbished vs neuf dans tout processus d'achat hardware supérieur à 10 000€. La décision de choisir le neuf doit être justifiée techniquement, pas supposée par défaut.
Mesure 2 : intégrer la durée de vie opérationnelle réelle et l'empreinte carbone dans les critères d'évaluation des achats hardware — au même titre que la performance et le coût d'acquisition.
Mesure 3 : qualifier au moins un opérateur de support étendu tiers dans le panel de fournisseurs de l'organisation. Ce pré-qualification lève le frein du support et rend le refurbished immédiatement activable quand la décision est prise.

RATIO

◆◆◆

4 122 jours d'uptime. La machine ne ment pas. Le matériel d'entreprise dure bien plus longtemps que ce que les cycles d'achat supposent. Le refurbished Grade A en est la démonstration économique, écologique et opérationnelle.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE REFURBISHED STRATÉGIQUE

11× Moins Cher que le Cloud · Et Assurance Géopolitique

Pourquoi Posséder son Fer est une Décision Stratégique

◆ **LA THÈSE**

Le Refurbished Grade A a été documenté dans "La VM à 3 000€ et le SRE à 2 800€" comme un choix FinOps — 11 fois moins cher que la VM GCP sur 5 ans. Cette étude ajoute la dimension que la précédente n'avait pas traitée : le Refurbished n'est pas seulement un choix FinOps. C'est une assurance géopolitique dont la valeur augmente exactement quand le cloud devient le plus vulnérable. Les deux propriétés ensemble — économique et géopolitique — font du Refurbished Grade A la décision la plus défendable du corpus.

RATIO

RATIO FINOPS	INDÉPENDANCE	WATERMARK
11×	**TSMC INDÉPENDANT**	**RATIO**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LES DEUX PROPRIÉTÉS DU REFURBISHED GRADE A

FINOPS : 11× MOINS CHER · GÉOPOLITIQUE : INDÉPENDANT DE LA PRODUCTION FUTURE

◆ PROPRIÉTÉ 1 — FINOPS (RAPPEL DE L'ÉTUDE PRÉCÉDENTE)

Un Dell PowerEdge R750 Refurbished Grade A (32 cœurs, 512 Go RAM, 10 To NVMe) coûte 4 000 à 6 000€. Amorti sur 3 ans avec opex (électricité, réseau, colocation) : environ 270€/mois. Sur 3 ans : 9 720€. La VM GCP équivalente (n2-highmem-32) sur la même période : 108 000€. Ratio : 11×. Cette propriété a été documentée dans "La VM à 3 000€ et le SRE à 2 800€".

◆ PROPRIÉTÉ 2 — GÉOPOLITIQUE (NOUVELLE DANS CETTE ÉTUDE)

Un serveur Refurbished Grade A acheté aujourd'hui contient des puces gravées il y a 2 à 3 ans. Ces puces existent déjà dans le monde physique — elles ont été produites, testées, assemblées. Leur disponibilité ne dépend plus :

— De la production future de TSMC à Taïwan
— Des restrictions d'export américaines sur les puces avancées
— De la disponibilité des machines EUV d'ASML
— De la situation géopolitique dans le détroit de Taïwan
— De la politique d'approvisionnement des hyperscalers en nouveaux serveurs GPU

Ces puces sont là. Elles fonctionnent. Elles continueront de fonctionner pendant 5 à 7 ans supplémentaires avec une maintenance standard. Leur existence physique est acquise. Elle ne peut pas être révoquée par un événement géopolitique futur.

◆ LA FORMULE QUI UNIT LES DEUX PROPRIÉTÉS

Le Refurbished Grade A est 11 fois moins cher que la VM GCP dans un monde stable. Et dans un monde instable — crise taïwanaise, restrictions d'export, rationnement des capacités cloud — sa valeur relative augmente encore. C'est l'actif dont la valeur stratégique croît exactement dans les scénarios où l'alternative cloud est la plus exposée.

Ces deux propriétés ne sont pas indépendantes. Elles sont les deux faces de la même décision fondamentale : posséder son fer ou louer le fer d'un autre.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · CE QUI SE PASSE EN CAS DE CRISE — SCÉNARIO COMPARATIF

ORGANISATION CLOUD 100% · ORGANISATION BARE-METAL · ORGANISATION HYBRIDE — EN CRISE

ORGANISATION 100% CLOUD — EN CAS DE CRISE TAÏWANAISE

Son infrastructure tourne sur les serveurs de l'hyperscaler. En cas de crise, l'hyperscaler ne peut plus commander de nouveaux serveurs GPU — TSMC est à l'arrêt. Il maintient la capacité existante mais ne peut pas l'étendre. Si l'organisation a besoin de scaler (pic d'activité, croissance, incident nécessitant plus de ressources), elle se heurte à un rationnement. Elle est dans la file d'attente — après les besoins propres de l'hyperscaler, après les clients Enterprise Agreement. Sans priorité contractuelle garantie, elle attend.

Elle ne peut pas non plus rapatrier son infrastructure — elle n'a plus les compétences (documenté dans La Novlangue), plus les ingénieurs (−34% de postes Linux), et il faut 6 à 12 mois pour migrer (documenté dans L'Exodus Accompagné).

ORGANISATION BARE-METAL REFURBISHED — EN CAS DE CRISE TAÏWANAISE

Son infrastructure tourne sur des serveurs physiques qu'elle possède. Ces serveurs ont été achetés et livrés avant la crise. Leurs puces sont là, fonctionnelles, indépendantes de la production future. En cas de crise, elle peut maintenir son activité normale. Elle peut même acheter du Refurbished supplémentaire sur le marché secondaire — dont la valeur augmente en cas de rareté des puces neuves, mais reste disponible car le parc de serveurs existants dans le monde est massif. Elle est hors file d'attente de rationnement cloud.

ORGANISATION HYBRIDE (BARE-METAL + CLOUD) — EN CAS DE CRISE TAÏWANAISE

Son core infrastructure tourne sur ses propres serveurs — les services critiques, les données sensibles, les workloads de base. Le cloud est utilisé pour les pics d'activité temporaires ou les services non critiques. En cas de crise, elle peut rebasculer ses workloads cloud sur son infrastructure physique. Elle n'est pas totalement dépendante de la file d'attente du fournisseur. C'est le modèle documenté dans "L'Interface Souveraine" — l'Anti-Corruption Layer qui permet de switcher sans réécriture applicative.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · SYNTHÈSE — LE CHOIX QUI A DEUX JUSTIFICATIONS

MÊME DÉCISION · DEUX RAISONS · UNE SEULE CONCLUSION

DIMENSION	CLOUD 100% (VM ON-DEMAND)	REFURBISHED GRADE A
Coût sur 5 ans	**180 000€ (valeur résiduelle : 0€)**	**16 200€ (valeur résiduelle : 500-1 500€)**
Ratio FinOps	Référence (1×)	**11× moins cher**
Dépendance TSMC / production future	Totale (hyperscaler dépend de TSMC)	Nulle (puces déjà produites)
Continuité en cas de crise silicium	Rationnement selon priorité contractuelle	Indépendante — hors file d'attente
Valeur relative en crise d'approvisionnement	Diminue (disponibilité contrainte)	Augmente (rareté des puces neuves)
Décision optimale dans les deux scénarios	Monde stable : correct mais cher. Monde instable : exposé.	**Monde stable : 11× moins cher. Monde instable : assurance géopolitique.**

Le Refurbished Grade A est la seule décision infrastructure
qui est optimale dans les deux scénarios — stable et instable.
C'est pourquoi "posséder son fer" n'est pas du souverainisme nostalgique.
C'est de la gestion de risque élémentaire.
Et c'est 11 fois moins cher en plus.

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE PCA DOUX

La Continuité d'Activité comme Geste Musculaire

Pourquoi le PCA Hyperscaler est une Architecture

et le PCA Infogéreur est un Réflexe

◆ **LA THÈSE**

Le Plan de Continuité d'Activité est la responsabilité personnelle du DSI quand l'infrastructure tombe. Les hyperscalers le vendent comme une propriété architecturale automatique. Les infogéreurs souverains le pratiquent comme un geste musculaire répété. Cette étude documente la différence entre ces deux réalités — et pourquoi elle est décisive pour les organisations qui veulent une continuité d'activité réelle, pas une continuité d'activité documentée.

RATIO

FORMULE	ANGLE	WATERMARK
ARCHI VS RÉFLEXE	**RATIO COMPARATIF**	**RATIO**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE MENSONGE DE CONFORT — CE QUE LE PCA HYPERSCALER DIT VRAIMENT

MULTI-AZ · MULTI-REGION · FAILOVER AUTOMATIQUE — ET POURTANT

Les hyperscalers vendent le PCA comme une propriété architecturale native. Multi-AZ signifie que vos ressources sont réparties sur plusieurs zones de disponibilité dans la même région. Multi-region signifie que vos données sont répliquées dans une autre région géographique. Failover automatique signifie que la bascule se fait sans intervention humaine. Ces trois promesses sont vraies — dans certaines conditions, pour certains services, selon certaines configurations. Ce qu'elles ne disent pas est plus important que ce qu'elles disent.

◆ CE QUE MULTI-AZ NE DIT PAS

Les zones de disponibilité partagent le même backbone réseau régional. En décembre 2021, un incident AWS us-east-1 a mis hors service des services théoriquement "multi-AZ" parce que le plan de contrôle (le service qui orchestre le failover) était lui-même centralisé et affecté. Le multi-AZ protège contre la panne d'un datacenter physique. Il ne protège pas contre les pannes du plan de contrôle, du réseau régional, ou des services de gestion communs.

De plus, le multi-AZ coûte. Chaque ressource dupliquée est facturée. Le trafic entre AZ est facturé. Un RDS Multi-AZ coûte environ 2x un RDS Single-AZ. Une architecture multi-AZ complète peut coûter 1,5x à 2x l'infrastructure primaire — sans compter les egress fees de réplication.

◆ CE QUE MULTI-REGION NE DIT PAS

La réplication multi-region est réelle mais complexe. Elle exige de résoudre le problème de cohérence des données : en mode synchrone (zéro perte de données), la latence entre régions dégrade les performances. En mode asynchrone (RPO non nul), il faut accepter une fenêtre de perte de données. Ce choix architectural n'est pas trivial — il dépend de la nature des données, du métier, des exigences réglementaires.

La mise en œuvre exige la maîtrise de Route 53 (DNS failover avec health checks), Aurora Global Database ou DynamoDB Global Tables, S3 Cross-Region Replication, CloudFront, WAF, ACM (certificats dans chaque région), et des dizaines d'autres services — chacun avec ses subtilités, ses modes de défaillance, ses coûts cachés. Un PCA multi-region AWS bien fait coûte entre 2x et 5x le coût de l'infrastructure primaire.

RATIO

◆ LE TEST DE BASCULE QUE PERSONNE NE FAIT

Tester un failover multi-region en production est une opération de haute chirurgie. Elle requiert une fenêtre de maintenance, une coordination entre les équipes, un plan de rollback. Elle est coûteuse — le trafic de test est facturé comme du trafic de production. Et elle fait peur — une erreur de configuration peut aggraver l'incident au lieu de le résoudre.

Résultat : dans la majorité des organisations, le PCA multi-region n'est testé qu'en environnement de staging — qui n'est jamais identique à la production. Quand l'incident réel arrive à 3h du matin, les DevOps découvrent que le Terraform du site de secours n'a pas été mis à jour depuis la dernière migration de base de données. Que le certificat du load balancer de la région secondaire a expiré. Que le DNS TTL est encore à 3600 secondes.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE GESTE MUSCULAIRE — CE QUE LE PCA INFOGÉREUR FAIT VRAIMENT

LA BASCULE PHYSIQUE · LE RUNBOOK VIVANT · L'ADAPTATION AUX BESOINS RÉELS

Un infogéreur expérimenté dispose de deux datacenters — souvent reliés par une fibre dédiée qu'il possède ou loue au niveau physique, en dehors du backbone Internet public. Il connaît les alimentations, les onduleurs, les groupes électrogènes, les switchs de cœur, les routeurs de bordure. Il a construit cette infrastructure. Il sait ce qui se passe à chaque couche quand une bascule est déclenchée.

◆ LA CHAÎNE PHYSIQUE MAÎTRISÉE

La bascule infogéreur commence au niveau physique — là où le PCA hyperscaler commence au niveau logiciel. Quand le datacenter A perd son alimentation principale, l'onduleur prend le relais (quelques millisecondes), puis le groupe électrogène démarre (30 à 60 secondes). Pendant ce temps, les flux réseau sont reroutés vers le datacenter B via la fibre dédiée — pas via le backbone Internet, dont la disponibilité est hors de contrôle de l'infogéreur.

Cette maîtrise de la couche physique est ce que le cloud ne peut pas offrir. Quand le problème est un câble transoceanique coupé, un incident BGP majeur, un backbone régional saturé — le PCA logiciel du cloud ne fait rien. L'infogéreur qui contrôle sa fibre dédiée a une résilience orthogonale aux incidents d'infrastructure Internet.

◆ LE PCA ADAPTÉ AUX BESOINS APPLICATIFS RÉELS

L'infogéreur ne propose pas un catalogue de services PCA — il conçoit une architecture de continuité adaptée aux besoins réels du client. Cette conversation commence par les questions fondamentales :

RPO (Recovery Point Objective) : combien de données peut-on perdre ? La base de facturation : RPO zéro (synchrone, pas de perte). Les logs applicatifs : RPO 4h acceptable (asynchrone). Les sessions utilisateurs : RPO 15 minutes (semi-synchrone).

RTO (Recovery Time Objective) : en combien de temps doit-on être opérationnel ? Le site web : RTO 5 minutes (basculement DNS + HAProxy). Le back-office : RTO 30 minutes. Les traitements batch : RTO 4h.

Ces nuances, un infogéreur les implémente en scripts, en configurations HAProxy sur mesure, en règles de réplication MySQL ou PostgreSQL spécifiques. Chaque service a son propre mécanisme de continuité, adapté à son niveau de criticité métier.

◆ LE RUNBOOK VIVANT — PAS LE DOCUMENT QU'ON NE LIT PAS

L'équipe de l'infogéreur a un Runbook de bascule pour chaque type d'incident. Ce Runbook n'est pas un document bureaucratique — c'est un guide opérationnel testé et mis à jour à chaque incident réel ou simulé. Il dit exactement : qui fait quoi, dans quel ordre, avec quelle commande, avec quel critère de succès. Et il mentionne les pièges : le service X prend toujours 3 minutes de plus que prévu, le service Y nécessite un redémarrage manuel si la bascule a duré plus de 10 minutes.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE TEST DE BASCULE — LA DIFFÉRENCE QUI COMPTE

UN COPIL ANNUEL AVEC BASCULE RÉELLE · PAS UN POWERPOINT SUR LA RÉSILIENCE

◆ LE TEST HYPERSCALER — CE QUI SE PASSE VRAIMENT

Dans la plupart des organisations cloud, le test de PCA suit ce scénario :

Mois 1 : l'équipe décide de tester le failover. Elle réalise que l'environnement de staging n'est pas à jour.

Mois 2 : mise à jour de staging. Test en staging. Ça fonctionne partiellement — 3 services sur 12 ne basculent pas correctement.

Mois 3 : corrections. Re-test en staging. Mieux, mais pas parfait.

Mois 4 : décision de ne pas tester en production cette année — "trop risqué avant les fêtes".

Mois 12 : incident réel. Le Terraform de production diverge du staging depuis 4 mois. La base de données secondaire a un retard de réplication de 6 heures. Le certificat SSL de la région secondaire a expiré depuis 3 semaines. RTO réel : 4 heures au lieu des 15 minutes promis.

◆ LE TEST INFOGÉREUR — LE COPIL DE BASCULE

Un infogéreur qui se respecte intègre le test de PCA dans le cycle de vie contractuel du client. Pas comme un projet ponctuel — comme un événement récurrent, planifié, avec un COPIL dédié.

Déroulé type d'un test de bascule infogéreur :

J-30 : communication au client de la date et de la fenêtre de maintenance. Vérification que tous les services cibles sont documentés et que le Runbook est à jour.

J-7 : revue technique — quels services basculent dans quel ordre, quels sont les critères de succès, quelle est la procédure de rollback.

Jour J, fenêtre de maintenance : bascule réelle sur production. Le client est présent (en salle ou en visio). Il observe. Il valide. Il mesure le RTO réel.

Après la bascule : COPIL de retour d'expérience. Quels services ont mis plus de temps que prévu ? Pourquoi ? Qu'est-ce qu'on modifie dans le Runbook ? Le Runbook est mis à jour avant la fin de la semaine.

Le client rentre chez lui avec une conviction : son PCA fonctionne. Pas avec un schéma d'architecture.

RATIO

◆ LA FORMULE DÉFINITIVE

Le PCA hyperscaler est une architecture documentée dans un Confluence que personne ne lit, testée en staging qui n'est jamais identique à la production, validée par une checklist que personne n'a remplie depuis 8 mois.

Le PCA infogéreur est un geste musculaire répété jusqu'à ce que l'équipe le fasse les yeux fermés, documenté dans un Runbook vivant mis à jour après chaque incident, validé par un COPIL où le client a vu sa production basculer et revenir.

Le PCA hyperscaler est une promesse. Le PCA infogéreur est une démonstration.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · TABLEAU COMPARATIF — PCA HYPERSCALER VS PCA INFOGÉREUR

TERME PAR TERME · DIMENSION PAR DIMENSION

DIMENSION	PCA HYPERSCALER	PCA INFOGÉREUR
Nature	Architecture logicielle (services managés propriétaires)	Geste musculaire (procédure physique maîtrisée)
Couche physique	Non maîtrisée — dépend du backbone AWS/GCP/Azure	Maîtrisée — fibre dédiée, alimentation, refroidissement
Coût	2x à 5x l'infrastructure primaire + egress fees de réplication	Inclus dans le contrat ou forfait fixe prévisible
RPO/RTO	Définis par les capacités des services managés	Définis par les besoins métier réels du client
Test de bascule	Rare, coûteux, fait peur. Souvent fait en staging seulement.	Planifié, contractualisé, fait en production avec le client.
Documentation	Confluence non mis à jour depuis la dernière migration	Runbook vivant, mis à jour après chaque incident ou test
Adaptation applicative	Case à cocher dans un catalogue (Aurora Global, DynamoDB Global)	Scripts sur mesure, HAProxy, réplication MySQL/PG adaptée au RPO
Incident câble réseau	PCA logiciel inutile si le problème est physique (backbone)	Fibre dédiée hors backbone — résilience orthogonale
Résultat pour le DSI	Une promesse dans un schéma d'architecture	Une conviction acquise en ayant vu sa production basculer

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE PCA DOUX — POURQUOI "DOUX" ?

PAS DE RUPTURE · PAS DE PANIQUE · PAS DE SURPRISE

Le terme "doux" dans "PCA Doux" n'est pas une métaphore — c'est une description de la nature de la bascule infogéreur bien conçue. Doux par opposition à brutal. La bascule hyperscaler en cas d'incident réel est brutale — les services tombent les uns après les autres dans un ordre imprévisible, les équipes courent après les logs, les décisions sont prises sous pression avec des informations incomplètes. La bascule infogéreur bien préparée est douce — elle suit un ordre prédéfini, elle est exécutée par des gens qui l'ont déjà fait, et elle a un rollback documenté si quelque chose ne se passe pas comme prévu.

◆ LES TROIS PROPRIÉTÉS DU PCA DOUX

Progressif : la bascule se fait service par service, dans l'ordre des dépendances. D'abord la base de données (source de vérité), puis les APIs qui la consomment, puis le frontend. Chaque étape est validée avant de passer à la suivante. Il n'y a pas de "tout bascule en même temps" — parce que "tout bascule en même temps" crée des problèmes de timing imprévisibles.

Réversible : chaque étape de la bascule a une procédure de rollback documentée. Si le service Y ne démarre pas correctement sur le site B, on sait exactement comment revenir au site A sans aggraver la situation. Cette réversibilité est testée — pas supposée.

Observé : la bascule est observée en temps réel par les équipes de l'infogéreur et du client. Les métriques clés sont monitorées (latence, taux d'erreur, connexions actives). Les décisions "on continue" ou "on rollback" sont prises sur des données réelles, pas sur des suppositions.

◆ LE LIEN AVEC LE CORPUS — L'EXODUS ACCOMPAGNÉ ET LA SORTIE DOUCE

Le PCA Doux est la déclinaison de continuité d'activité de deux thèses du corpus. "La Sortie Douce" propose une migration progressive sans rupture — le PCA Doux applique le même principe à la bascule d'urgence. "L'Exodus Accompagné" propose un infogéreur comme guide de migration — le PCA Doux fait du même infogéreur le guide de la continuité.

L'organisation qui a migré vers l'infogéreur via l'Exodus Accompagné a, en bonus, un PCA Doux — parce que l'infogéreur connaît l'infrastructure qu'il a lui-même migrée, a rédigé le DAT, et a intégré le PCA dans la conception initiale plutôt qu'en ajout ultérieur.

RATIO

◆◆◆

Le DSI qui a vu sa production basculer et revenir
lors d'un test contractualisé avec son infogéreur
dort mieux la nuit que celui qui a lu
le schéma multi-region de son architecture AWS.
L'un a une promesse. L'autre a une démonstration.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

DOCUMENT GRAND PUBLIC · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026 · VULGARISATION

LA PLOMBERIE INVISIBLE

Ce que personne ne vous montre derrière votre écran

HUMAN

◆ LA THÈSE CENTRALE

On dit "c'est dans le cloud", "c'est dans le nuage". L'image est belle. Elle est aussi complètement fausse. Rien de ce que vous faites en ligne ne flotte dans les airs : un disque dur tourne, un câble transporte un signal, un bâtiment climatisé traite votre demande. Ce document montre cette plomberie invisible — sans chiffres compliqués, sans droit international, juste avec des exemples de votre vie de tous les jours.

PAGES	EXEMPLES	WATERMARK	PROPRIÉTAIRES
8	4	HUMAN DOMINANT	3

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE
Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

CC BY-NC-SA 4.0

DERRIÈRE CHAQUE GESTE NUMÉRIQUE, UNE MACHINE PHYSIQUE S'ALLUME

On dit "c'est dans le cloud", "c'est dans le nuage". L'image est belle. Elle est aussi complètement fausse. Rien de ce que vous faites en ligne ne flotte dans les airs. Quand vous appuyez sur votre écran, quelque part sur Terre, une machine physique s'allume. Un disque dur tourne. Un câble transporte un signal électrique. Un bâtiment climatisé, plein de serveurs qui chauffent jour et nuit, traite votre demande.

◆ L'IMAGE À RETENIR : L'EAU DU ROBINET

Vous ouvrez le robinet, l'eau coule. Vous ne pensez jamais aux châteaux d'eau, aux tuyaux enterrés sous la ville, aux usines de pompage. Et pourtant, sans eux, pas une goutte n'arriverait. Le numérique fonctionne exactement pareil : un geste fluide sur l'écran — et derrière, une plomberie industrielle géante que personne ne voit jamais.

Ce document vous montre cette plomberie. Pas avec des chiffres compliqués, pas avec du droit international. Juste avec des exemples de votre vie de tous les jours.

◆ CE QUE VOUS RETIENDREZ

« Le numérique n'a rien d'un nuage magique : chaque fois que vous touchez votre écran, une machine physique s'allume, chauffe et consomme de l'électricité quelque part sur Terre. »

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

EXEMPLE DU QUOTIDIEN · LE DIVERTISSEMENT

CE SOIR, UNE SÉRIE SUR NETFLIX

◆ LE GESTE — 0,3 SECONDE

Vous appuyez sur "Lecture". L'image apparaît, fluide, immédiate. Aucun effort. Aucune attente.

◆ LA RÉALITÉ PHYSIQUE — QUELQUES GIGAOCTETS

Un épisode, ce sont plusieurs gigaoctets de données. Ce poids-là ne se téléporte pas : il voyage, à très grande vitesse, à travers des câbles de fibre optique enterrés sous les routes, depuis un disque dur situé dans un bâtiment précis — jusqu'à votre salon. Ce n'est pas un fichier qui "existe quelque part dans l'éther". C'est un fichier qui pèse un poids réel, stocké sur un disque réel, qui doit physiquement parcourir une distance réelle pour arriver chez vous.

◆ LA TÉLÉCOMMANDE, PAS LA MÉMOIRE

Votre téléphone ou votre télévision n'est qu'un écran. Toute l'intelligence — le fichier vidéo, le stockage, le calcul — se trouve ailleurs, dans une usine numérique. Votre appareil est une télécommande très sophistiquée. Rien de plus.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

EXEMPLE DU QUOTIDIEN · LA SANTÉ

UN RENDEZ-VOUS CHEZ LE MÉDECIN

◆ LE GESTE — 2 CLICS

Vous cliquez sur une case horaire verte, libre, mardi à 14h30. Une confirmation s'affiche. Le rendez-vous est pris.

◆ LA RÉALITÉ PHYSIQUE — UNE LIGNE, UN DISQUE

Ce clic devient une ligne de texte qui s'inscrit sur un disque dur physique, dans un bâtiment précis. Le médecin, lui, consultera cette même information sur son propre écran le mardi matin — pour savoir qui il doit recevoir, à quelle heure, et pourquoi. Si ce disque dur tombe en panne, si le bâtiment qui l'abrite perd l'électricité, cette ligne de texte n'existe plus nulle part ailleurs. Le rendez-vous, littéralement, disparaît.

◆ DES ADRESSES RÉELLES, PAS DES LIEUX ABSTRAITS

Les grandes entreprises américaines du cloud (Amazon, Microsoft, Google) ont bien construit des usines numériques en France. Elles ont des adresses précises :

La Courneuve · Vitry-sur-Seine · Clichy · Paris-Saclay · Wissous · Marseille · Ferrières-en-Brie

Le bâtiment est français. Mais les règles, les prix, et les clés d'accès restent décidés ailleurs.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

EXEMPLE DU QUOTIDIEN · LA CITOYENNETÉ

UNE DÉMARCHE CAF OU CPAM

◆ LE GESTE — UN FORMULAIRE

Vous remplissez un formulaire et cliquez sur "Valider". Le site confirme : votre demande est enregistrée.

◆ LA RÉALITÉ PHYSIQUE — UNE MACHINE, UN BÂTIMENT

Ce clic envoie une impulsion électrique vers une machine — appartenant à l'État ou à un prestataire — qui enregistre votre demande sur un support physique. Vos droits, votre dossier, votre allocation : tout cela existe quelque part, sous forme de données stockées sur du matériel réel. Même votre relation administrative avec l'État — un droit fondamental — passe par ces mêmes usines de béton et de câbles.

◆ DU BÉTON, PAS DE LA POUSSIÈRE

On imagine parfois l'informatique comme quelque chose de fragile — un petit ordinateur poussiéreux. La réalité est inverse : ce sont des bâtiments massifs, climatisés en permanence, protégés par des générateurs électriques de secours, presque comparables à des infrastructures industrielles lourdes.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

EXEMPLE DU QUOTIDIEN · L'ARGENT

UN VIREMENT DE 20€ À UN AMI

◆ LE GESTE — 3 SECONDES

Vous ouvrez l'appli, tapez "20", validez. L'argent "part" instantanément, semble-t-il.

◆ LA RÉALITÉ PHYSIQUE — UNE TÉLÉCOMMANDE, UN ORDINATEUR DISTANT

Votre argent n'est plus, depuis longtemps, dans des coffres en briques. C'est un nombre, écrit et modifié sur les disques durs d'ordinateurs géants, quelque part. Votre application sur smartphone n'est qu'une télécommande visuelle : elle envoie un ordre à une machine physique qui, elle, exécute réellement l'opération.

◆ LA QUESTION QUI COMPTE

« Si une seule entreprise possède toutes les usines de pompage de la ville, elle peut décider demain de doubler le prix de votre abonnement ou de modifier le règlement d'accès à l'eau, et vous n'aurez nulle part où aller. C'est cela, perdre sa souveraineté au quotidien : dépendre du bon vouloir d'un seul propriétaire pour les gestes les plus ordinaires. »

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

UNE QUESTION SIMPLE

SI VOUS NE GARDEZ PAS VOTRE PLOMBERIE, QUELQU'UN D'AUTRE LA PREND

Ces bâtiments, ces câbles, ces disques durs n'appartiennent à personne par hasard. Quelqu'un les a construits, quelqu'un les possède, quelqu'un en fixe les règles. Et un constat simple s'impose : un terrain technique laissé vacant ne le reste jamais. Si la France et l'Europe ne construisent pas, n'entretiennent pas, ne forment pas assez de monde pour faire tourner leur propre plomberie numérique, quelqu'un d'autre la construit à leur place — et en garde les clés.

◆ CE N'EST PAS N'IMPORTE QUI QUI ATTEND

Aujourd'hui, ce ne sont pas des dizaines d'acteurs différents qui se partagent cette plomberie mondiale. Ce sont surtout trois entreprises américaines — Amazon (AWS), Microsoft (Azure) et Google — qui possèdent déjà l'essentiel des grandes usines numériques dans le monde. Plus un pays ou une entreprise renonce à maîtriser sa propre infrastructure, plus la part qui reste libre se réduit — et plus ce qui se construit de nouveau a de chances de revenir, par défaut, à ces trois mêmes acteurs.

◆ UN DÉTAIL QUI EN DIT LONG

Pendant qu'on nous explique que les serveurs et les câbles, c'est "de l'ancien monde", ces trois mêmes entreprises dépensent chaque année des dizaines de milliards de dollars pour construire... des serveurs et des câbles. Béton, cuivre, fibre, terrains, centrales électriques dédiées : elles investissent massivement dans exactement ce que d'autres ont arrêté de financer. Si c'était un secteur dépassé, ça ne vaudrait pas autant d'argent. Elles savent très bien ce qu'elles font ;)

◆ POURQUOI TROIS PROPRIÉTAIRES, C'EST DIFFÉRENT DE TRENTE

Si cent entreprises différentes possédaient chacune un petit bout du réseau d'eau de votre ville, perdre l'un d'entre eux ne changerait pas grand-chose : il en resterait quatre-vingt-dix-neuf autres. Mais si trois seulement possèdent déjà la quasi-totalité du réseau, leurs décisions — un prix qui change, une règle qui se durcit, une panne chez l'un d'eux — touchent d'un coup une part énorme de tout ce qui dépend de l'eau. C'est exactement ce qui se joue avec le numérique : moins il y a de propriétaires différents de la plomberie, plus chacun d'eux compte, et plus il devient grave de leur laisser, en plus, ce qui reste à construire.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

EN GUISE DE CLÔTURE

REGARDER LE NUMÉRIQUE À TRAVERS SES MACHINES

Netflix, Doctolib, la CAF, votre banque. Quatre gestes anodins. Quatre fois, la même réalité : derrière l'écran, du matériel, des câbles, des bâtiments, quelque part — qui appartiennent à quelqu'un.

◆ CE QUE LE FER NE MENT JAMAIS

Le Fer ne ment pas. Un disque dur tourne ou ne tourne pas. Un câble transporte un signal ou ne le transporte pas. Cette réalité matérielle, têtue et silencieuse, est le socle invisible de chaque geste numérique que vous faites depuis ce matin.

HUMAIN

Vous ne pouvez pas changer la plomberie d'Internet vous-même.

Mais la prochaine fois que vous toucherez votre écran pour regarder une série ou prendre un rendez-vous,

vous saurez que derrière la magie visuelle, une usine physique s'est mise en marche.

Regarder le numérique à travers ses machines, c'est commencer à comprendre le monde réel.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

أَتَسْتَبْدِلُونَ
الَّذِي هُوَ أَدْنَىٰ
بِالَّذِي هُوَ خَيْرٌ

Échangez-vous ce qui est meilleur contre ce qui est inférieur ?

Réflexions Sarcastiques sur le Paradoxe Cloud

Couloir froide — baies de serveurs · Propriété d'Amine RAITI

◆ LA QUESTION

Vous avez ça. AWS a ça. La différence : vous connaissez les vôtres. Vous savez ce qu'il y a dedans, qui les a câblées, comment elles fonctionnent. Leurs baies — vous ne les verrez jamais, vous ne saurez pas où elles sont exactement, et si quelqu'un frappe à la porte avec un mandat, vous serez le dernier à le savoir. Pourquoi échangez-vous ce qui est meilleur contre ce qui est inférieur ?

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE PARADOXE FONDATEUR — ILS MAÎTRISENT CE QUE VOUS ABANDONNEZ

AWS A 70% DU MARCHÉ CLOUD · LEUR AVANTAGE : LE BARE-METAL · VOTRE STRATÉGIE : ABANDONNER LE BARE-METAL

AWS, GCP et Azure contrôlent environ 70% du marché cloud mondial. Leur avantage concurrentiel — celui qui les distingue de tout concurrent — est la maîtrise absolue du bare-metal. Ils savent câbler un datacenter, dimensionner une alimentation, choisir un processeur, optimiser un refroidissement, construire un réseau physique à l'échelle planétaire. Ils ont des milliers d'ingénieurs qui font exactement ce que le corpus appelle "la maîtrise du fer". C'est sur ce substrat physique maîtrisé qu'ils construisent les services cloud qu'ils vendent.

◆ LE MODÈLE COMMERCIAL LE PLUS ÉLÉGANT DE L'HISTOIRE DE L'INFORMATIQUE

Étape 1 : maîtriser parfaitement le bare-metal.
Étape 2 : convaincre vos clients que le bare-metal est "legacy", "compliqué", "pas votre cœur de métier".
Étape 3 : leur vendre l'accès à votre bare-metal comme un service managé, avec une marge confortable, un contrat "noncancellable", et une juridiction californienne.
Étape 4 : regarder vos clients licencier leurs ingénieurs bare-metal — éliminant ainsi toute possibilité de retour en arrière.
C'est brillant. Vraiment. Le corpus appelle ça "L'Anatomie de la Perdition". Les hyperscalers appellent ça "le cloud".

◆ LA TRADUCTION EN FRANÇAIS COURANT

Vous avez une couloir froide. Des baies. Des ingénieurs qui savent ce qu'il y a dedans. Quelqu'un vous convainc que c'est un problème. Vous décidez de tout confier à des gens qui ont exactement la même chose — mais en beaucoup plus grand, avec beaucoup moins de transparence, sous droit américain, avec une marge qui ferait rougir n'importe quel agent immobilier parisien. Puis vous payez des egress fees pour récupérer vos propres données.

أَتَسْتَبْدِلُونَ الَّذِي هُوَ أَدْنَىٰ بِالَّذِي هُوَ خَيْرٌ

Échangez-vous ce qui est meilleur contre ce qui est inférieur ?

HUMAN

◆ NASSIHA — CE N'EST PAS UNE CRITIQUE DU CLOUD EN GÉNÉRAL

Le cloud a des avantages réels — élasticité, pas d'investissement initial, services managés complexes. La question n'est pas "cloud ou pas cloud". La question est : pourquoi aller chez des acteurs extraterritoriaux qui vous rendent dépendants, quand des acteurs locaux et nationaux offrent les mêmes services, sous droit européen, avec des marges qui permettent une vraie R&D locale ?

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE SOUS-LOCATAIRE — LA MÉCANIQUE ÉCONOMIQUE DU DEAL

VOUS ÊTES PROPRIÉTAIRE · VOUS DEVENEZ LOCATAIRE · VOUS PAYEZ LA MARGE DU SOUS-LOUEUR

Imaginez le scénario suivant. Vous êtes propriétaire d'un appartement. Il est fonctionnel. Vous le connaissez. Votre plombier le connaît. Votre électricien le connaît. Puis quelqu'un vous convainc que gérer un appartement est compliqué, que ce n'est pas votre cœur de métier, que vous devriez confier ça à un professionnel. Vous lui confiez les clés. Il vous sous-loue votre propre appartement à trois fois le prix, avec un contrat de trois ans non résiliable, des frais si vous voulez récupérer vos affaires, et une clause qui dit que si la justice américaine veut entrer, elle peut le faire sans vous prévenir.

◆ LA MÉCANIQUE EN CHIFFRES — CE QUE LES MARGES SIGNIFIENT

Un serveur physique de bonne qualité — 2 sockets, 512 Go RAM, 10 To NVMe — coûte environ 15 000 à 25 000€ à l'achat. Amorti sur 5 ans avec colocation et électricité : environ 500 à 800€/mois.

L'équivalent cloud chez AWS (instance r6i.16xlarge, 64 vCPU, 512 Go RAM) : environ 3 500 à 4 500€/mois en on-demand. En Reserved Instance 3 ans : environ 1 800 à 2 200€/mois.

Ratio : 2,5x à 4x le coût du bare-metal. Sur 5 ans, pour un seul serveur, la différence est de 80 000 à 200 000€. Cette différence, c'est la marge de l'hyperscaler — et les egress fees ne sont pas inclus.

◆ CE QUE CETTE MARGE FINANCE — CHEZ EUX

Avec les budgets cloud des entreprises européennes, AWS finance de nouveaux datacenters, de nouvelles régions, de nouveaux services propriétaires qui créent de nouvelles dépendances. GCP finance Gemini et ses modèles d'IA. Azure finance l'intégration avec l'écosystème Microsoft.

Avec une fraction infime de ces mêmes budgets — redirigée vers les providers locaux — les Ecritel, DRI, OVH, Scaleway, Infomaniak pourraient financer une R&D qui rendrait l'Europe moins dépendante. Ils pourraient construire les équivalents de SQS, Pub/Sub, DynamoDB — sous droit européen, avec des ingénieurs européens, dans des datacenters dont vous pourriez un jour visiter la couloir froide.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES PROVIDERS LOCAUX — CE QU'UNE FRACTION DU BUDGET FERAIT

ECRITEL · DRI · OVH · SCALEWAY · INFOMANIAK · IONOS · CLARANET — ILS EXISTENT

Il existe en France et en Europe des providers cloud de très bonne qualité, soumis au droit européen, avec des équipes techniques locales, capables de faire du custom, de comprendre les contraintes réglementaires sectorielles (santé, finance, défense), et dont les marges resteraient en Europe. Ils s'appellent Ecritel, DRI, OVH, Scaleway, Claranet, Infomaniak, IONOS — et une dizaine d'autres. Ils ont des couloirs froides. Ils ont des baies. Ils ont des ingénieurs.

◆ CE QU'ILS PEUVENT FAIRE QUE LES BROCHURES NE DISENT PAS

Du custom : un provider local peut adapter son infrastructure à vos besoins spécifiques. Un hyperscaler vous adapte à son infrastructure. La différence n'est pas cosmétique — elle est architecturale.

Des services équivalents : les équivalents de SQS, Pub/Sub, DynamoDB, S3 existent chez les providers européens — ou peuvent être construits sur des technologies open source (Kafka, MinIO, ScyllaDB, RabbitMQ) hébergées chez eux. L'Interface Souveraine documentée dans le corpus permet de basculer sans réécriture applicative.

La conformité réglementaire native : un datacenter français hébergeant des données de santé est soumis au HDS. Un datacenter européen hébergeant des données financières est soumis à DORA. Pas besoin de construire une couche de conformité sur un service conçu pour le marché américain.

La visite possible : vous pouvez demander à visiter leur couloir froide. Essayez avec AWS.

◆ L'ARGUMENT DE LA R&D — CE QU'UNE INFIME PARTIE DES COMMITS FERAIT

Le marché cloud français représente plusieurs milliards d'euros par an. Une fraction de ces budgets — redirigée vers les providers locaux — leur permettrait de financer une R&D à la hauteur de leurs ambitions. De recruter les ingénieurs bare-metal que les grandes entreprises françaises ont licenciés. De construire des services managés compétitifs. D'investir dans des datacenters alimentés par des énergies renouvelables françaises. Le choix de dépenser chez AWS ou chez OVH est un choix politique autant qu'un choix technique.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE CONCESSIONNAIRE — LA PARABOLE AUTOMOBILE

VOUS ÉTIEZ PROPRIÉTAIRE · VOUS ÊTES MAINTENANT LOCATAIRE · VOUS APPELEZ ÇA UNE STRATÉGIE

"Stratégie cloud en trois étapes."

◆ ÉTAPE 1 — CONVAINCRE

Licenciez vos ingénieurs bare-metal. "C'est legacy." Fermez votre couloir froide. "C'est CAPEX, le cloud c'est de l'OPEX, c'est plus flexible." Abandonnez votre réseau physique. "Le SD-WAN c'est l'avenir." Validez les certifications AWS de votre équipe avec le CPF. "C'est de la formation, c'est bien." Bravo. Vous avez éliminé toute possibilité de retour en arrière.

◆ ÉTAPE 2 — DÉPENDRE

Migrez vos applications vers des services managés propriétaires. DynamoDB parce que c'est simple. BigQuery parce que c'est puissant. Lambda parce que c'est pratique. Pub/Sub parce que tout le monde le fait. Six mois plus tard, ces dialectes sont partout dans votre code. Vos développeurs sont certifiés AWS. Votre DSI fait des présentations sur "notre journey cloud". Votre CTO cite le Gartner Magic Quadrant. Tout va bien.

◆ ÉTAPE 3 — PAYER

Recevez la facture des egress fees quand vous essayez de récupérer vos données. Découvrez que vos Reserved Instances sont "noncancellable". Apprenez que la juridiction applicable est californienne en lisant les CGV — que personne n'avait lues. Recevoir la notification d'une augmentation de tarif de 30% avec un préavis de... aucun (GCP §2.6 : "at any time"). Constater que vos 10 millions d'euros de budget cloud annuel ont financé le nouveau datacenter AWS en Espagne.

أَتَسْتَبْدِلُونَ الَّذِي هُوَ أَدْنَىٰ بِالَّذِي هُوَ خَيْرٌ

◆ LA SORTIE — ELLE EXISTE, ELLE N'EST PAS SIMPLE, ELLE EST POSSIBLE

L'Interface Souveraine (étude du corpus) permet de découpler le code applicatif du dialecte hyperscaler. La Sortie Douce permet une migration progressive sans jour J catastrophique. Les providers locaux — Ecritel, DRI, OVH, Scaleway — peuvent accueillir ce qui revient. La compétence bare-metal peut être reconstituée. Lentement. Douloureusement. Mais elle peut l'être. Le corpus documente le chemin.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPILOGUE · LA PHOTO QUI DIT TOUT

LA COULOIR FROIDE — PREUVE QUE LA MAÎTRISE DU FER EST POSSIBLE

Couloir froide · Propriété d'Amine RAITI · La maîtrise du fer existe — elle s'appelle parfois couloir froide personnelle

◆ CE QUE CETTE PHOTO DIT

La maîtrise du fer n'est pas une abstraction du corpus Opération Dindon. C'est une couloir froide. Ce sont des baies. C'est du câblage fait à la main, des alimentations dimensionnées, des cartes réseau configurées, un firmware mis à jour. C'est quelqu'un qui sait ce qu'il y a dedans, pourquoi c'est là, et ce qui se passe quand ça tombe en panne à 3h du matin.

AWS a des milliers de couloirs froides comme celle-là — et ils en tirent 70% du marché cloud mondial. La question n'est pas de savoir si le bare-metal est possible. La photo prouve que c'est possible. La question est de savoir pourquoi des organisations qui pourraient avoir ça préfèrent payer plus cher pour ne plus l'avoir — sous juridiction californienne.

HUMAN

أَتَسْتَبْدِلُونَ الَّذِي هُوَ أَدْنَىٰ بِالَّذِي هُوَ خَيْرٌ

Échangez-vous ce qui est meilleur contre ce qui est inférieur ?
— Al-Baqara, 2:61

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE V

FEMMES DANS L'INFRASTRUCTURE

6 pièces

HUMAN

ÉTUDE 65 · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026 · STRATE TRANSVERSALE

LA MIXITÉ DU FER

Briser la Pénurie de l'Infrastructure — Le Vivier Occulté du Numérique Souverain

Audit Macro-Économique de la Tension de Recrutement et Protocole d'Activation de l'Alternance Souveraine Longue

HUMAN

◆ LA THÈSE — LE CAPITAL HUMAIN COMME STRATE TRANSVERSALE

Vingt ans de carrière — professeur, technicien, administrateur système, Head of SRE — convergent vers un même constat : la pénurie structurelle des métiers du Fer est la conséquence mécanique de l'amputation de la moitié du capital humain disponible. Aucune des six strates de L'Exodus Souverain ne peut produire son plein effet sans un septième axe, transversal aux six premiers : la reconquête massive du capital humain féminin dans les couches basses de l'infrastructure.

PAGES	TITRES RNCP	DISPOSITIF	WATERMARK	RÉFÉR. CORPUS
16	2	PRO-A	HUMAN DOMINANT	65

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

CC BY-NC-SA 4.0 · *Opération Dindon · Juin 2026 · Audit en collaboration Claude/Gemini, 4 rounds*

INTRODUCTION · LA THÈSE CENTRALE

LA PÉNURIE DU FER N'EST PAS UN ACCIDENT DÉMOGRAPHIQUE — C'EST UNE AMPUTATION MÉCANIQUE

Vingt ans de carrière — professeur, technicien, administrateur système, Head of SRE — convergent vers un même constat empirique : la pénurie structurelle des métiers du Fer n'est pas un accident démographique. C'est la conséquence mécanique de l'amputation de la moitié du capital humain disponible.

Quand une filière technique exclut durablement 50% de son vivier potentiel, elle ne se contente pas de réduire son nombre de candidats. Elle s'ampute de la diversité des approches, des profils, des trajectoires de reconversion — et elle s'enferme dans une spirale où la pénurie elle-même devient l'argument qui justifie l'externalisation vers des solutions managées, des consoles propriétaires, des hyperscalers.

◆ LA STRATE TRANSVERSALE

Aucune des six strates de L'Exodus Souverain ne peut produire son plein effet sans un septième axe, transversal aux six premiers : la reconquête massive du capital humain féminin dans les couches basses de l'infrastructure. Ce n'est pas une strate parmi d'autres. C'est ce qui irrigue toutes les autres.

Cette étude documente trois choses : l'ampleur réelle du déficit, chiffrée et sourcée ; le parallèle structurel avec d'autres filières en tension chronique (métallurgie, BTP) ; et le protocole concret — réglementaire, financier, pédagogique — pour inverser la trajectoire avant que le point de rupture ne soit atteint.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · LE DIAGNOSTIC MACROSCOPIQUE — LES CHIFFRES VÉRIFIÉS

3% DE FEMMES DANS LES TÉLÉCOMS-RÉSEAUX — LA FILIÈRE LA PLUS AMPUTÉE DU NUMÉRIQUE

Les chiffres ne sont pas une estimation militante. Ce sont des données INSEE et France Travail, vérifiées et sourcées.

3%

de femmes dans les métiers télécoms et infrastructures réseaux, contre 10% d'hommes parmi les professionnels du numérique

INSEE, enquêtes Emploi 2021-2022

24%

de femmes dans l'ensemble des métiers du numérique, contre 50% dans les autres professions

INSEE, 2021-2023

Dans les formations qui alimentent ces filières, l'écart se creuse avant même l'entrée sur le marché du travail : **17% DE FILLES** en cycle ingénieur informatique, **6%** en BTS informatique. La filière ne perd pas ses femmes en cours de route — elle ne les recrute jamais.

CE QUE CES CHIFFRES SIGNIFIENT CONCRÈTEMENT

Un secteur qui recrute sur 3% d'un vivier potentiel de femmes formées n'a pas un problème de « préférence » — il a un problème de captation. Les filières en tension ne souffrent pas d'un manque de candidats potentiels. Elles souffrent d'un déficit structurel d'attractivité auprès de la moitié de la population.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

23% EN MÉTALLURGIE CONTRE 3% DANS LES TÉLÉCOMS-RÉSEAUX — LE FER NUMÉRIQUE EST LA FILIÈRE LA PLUS EXCLUE

Le parallèle entre l'infrastructure numérique et les industries de transformation physique n'est pas une analogie de circonstance. C'est une homologie structurelle, documentée par les chiffres de la branche professionnelle la plus exposée du pays : la métallurgie.

23%

de femmes dans les effectifs globaux de la métallurgie

France Travail / UIMM, 2026

76 000

postes non pourvus dans la branche

France Travail / UIMM, 2026

Cette tension a forcé l'Union des Industries et Métiers de la Métallurgie à lancer, dès 2023, le plan « *Tu as ta place* » — six axes de travail, objectif explicite et public : **PASSER DE 23% À 33% DE FEMMES DANS L'INDUSTRIE D'ICI 2033**. Ce n'est pas une posture RSE. C'est un plan de guerre industrielle déclenché par une pénurie qui menace la production.

◆ L'HOMOLOGIE EXACTE

L'infrastructure numérique subit le même déterminisme — avec un déficit encore plus marqué. 3% de femmes dans les télécoms et réseaux contre 23% en métallurgie : le Fer informatique est la filière la plus amputée de son vivier potentiel, toutes branches en tension confondues. On ne résoudra pas la pénurie du Fer numérique sans activer le même levier de conquête du vivier que celui que la métallurgie a dû déclencher pour sa propre survie industrielle.

Ce parallèle établit une chose précise et vérifiable : l'exclusion durable de la moitié du vivier produit, mécaniquement, le même effet — une pénurie qui s'auto-aggrave jusqu'à ce qu'un plan de mixité massif vienne la corriger.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE CONCEPT DE « MIXITÉ DU FER »

LES HYPERSCALERS N'ONT PAS IGNORÉ LA MIXITÉ — ILS L'ONT ORIENTÉE VERS LES COUCHES HAUTES

◆ LES PROGRAMMES « WOMEN IN TECH » — UNE CAPTURE VERS LA GOUVERNANCE

Les programmes « Women in Tech » d'AWS, Azure et Google Cloud existent, sont financés, et produisent des résultats mesurables en surface. Mais ils orientent systématiquement vers les couches hautes du cloud : gouvernance, agilité, Product Management, conseil cloud. Jamais vers le kernel, le routage, le câblage physique, l'administration système bas niveau.

LE MÉCANISME DE CAPTURE

Ce n'est pas un hasard de marketing. Un hyperscaler qui forme massivement des femmes à la gouvernance cloud et au Product Management produit des profils qui consolident la dépendance organisationnelle — pas des profils qui pourraient l'auditer ou la remettre en question. La mixité, dans ce cadre, ne menace jamais le modèle économique du fournisseur. Elle le renforce.

◆ LA MIXITÉ DU FER — FORMER AUX FONDAMENTAUX, PAS AUX CONSOLES

La Mixité du Fer pose une exigence différente : former des femmes aux fondamentaux d'ingénierie brute — Bare-Metal, Linux, réseaux physiques, administration système — et non à des consoles graphiques propriétaires qui perpétuent la dépendance de l'organisation qui les emploie. La maîtrise des couches basses est la seule compétence technique non interchangeable et structurellement immunisée contre le verrouillage fournisseur. Une ingénieure formée au kernel et aux protocoles réseau bas niveau ne dépend d'aucun écosystème propriétaire pour exercer son métier. Une gestionnaire de console cloud en dépend entièrement.

◆ LA LIGNE DE DÉFENSE

Ce ne sont pas les opposants au cloud qui instrumentalisent la mixité. Ce sont les hyperscalers qui instrumentalisent le « Women in Tech » pour en faire des courtières de leurs consoles graphiques. Orienter les femmes exclusivement vers le management cloud, c'est leur interdire l'accès au contrôle logique des machines. La mixité sans souveraineté n'est qu'une sous-traitance diversifiée.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · L'ARCHITECTURE DE LA SOLUTION — LE TRIPTYQUE

FONDAMENTAUX NEUTRES · MENTORAT DE CRISE · COMPAGNONNAGE LONG

Trois éléments, et trois seulement, structurent le dispositif. Aucun n'est suffisant isolément.

1 FONDAMENTAUX NEUTRES

Linux, réseaux physiques, administration système — la base technique qui rend une compétence transférable d'un environnement à l'autre, indépendamment de tout fournisseur cloud. C'est le socle qui distingue une ingénieure du Fer d'une opératrice de console.

2 MENTORAT DE CRISE

Les ingénieurs système seniors, souvent écartés par les vagues NoOps documentées dans le corpus, deviennent les transmetteurs d'un savoir qui disparaît avec eux. Le mentorat n'est pas une option RH — c'est la dernière fenêtre de transmission avant l'extinction du savoir-faire.

3 COMPAGNONNAGE LONG

Une formation courte ne suffit pas à ancrer des réflexes d'ingénierie brute. Le dispositif s'appuie sur une alternance longue — 12 à 24 mois — qui combine formation théorique et immersion réelle en environnement de production.

Ces trois éléments ne fonctionnent qu'ensemble. Une formation sans mentorat reproduit l'isolement documenté dans les abandons de filière. Un mentorat sans cadre contractuel reste informel et non finançable. Un compagnonnage sans fondamentaux neutres reproduit la dépendance aux outils du fournisseur hébergeant le stage. Les sections suivantes détaillent le véhicule réglementaire exact qui rend ce triptyque finançable et opposable.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE VÉHICULE RÉGLEMENTAIRE

L'ALTERNANCE SOUVERAINE LONGUE EXISTE DÉJÀ DANS LE DROIT DU TRAVAIL FRANÇAIS

ARTICLE L6222-7-1 — CODE DU TRAVAIL

La durée du contrat d'apprentissage varie entre six mois et trois ans, fixée en fonction du type de profession et du niveau de qualification préparés. Cette durée peut être adaptée par dérogation, notamment en fonction du niveau initial de compétences du candidat.

Deux véhicules contractuels coexistent, avec une distinction d'âge déterminante :

CONTRAT D'APPRENTISSAGE

Limité à 29 ans révolus, sauf dérogations légales (reconnaissance travailleur handicapé, projet de création/reprise d'entreprise nécessitant la compétence visée).

CONTRAT DE PROFESSIONNALISATION

AUCUNE LIMITE D'ÂGE pour les demandeurs d'emploi de 26 ans et plus. C'est le véhicule pertinent pour le vivier des femmes en reconversion après 30 ans.

◆ LE CHOIX STRUCTURANT

Pour le public cible de cette étude — femmes en reconversion professionnelle après 30 ans — le contrat de professionnalisation est le levier juridique adapté. Il n'exige aucune dérogation, aucune exception, aucune démarche administrative lourde. Il est conçu, par construction, pour ce profil exact.

La durée recommandée de 12 à 24 mois entre strictement dans le cadre légal des deux dispositifs. Reste à établir le financement — objet de la section suivante.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4 SUITE

SECTION 4 SUITE · L'INGÉNIERIE FINANCIÈRE OPCO

RNCP36370 ET RNCP37680 — LES TITRES MOBILISABLES SONT DÉJÀ INSCRITS AU RÉPERTOIRE NATIONAL

Le verrou le plus souvent invoqué contre les dispositifs de formation longue — l'absence de véhicule de financement identifié — n'existe pas ici.

◆ RNCP36370 — ADMINISTRATEUR SYSTÈMES, RÉSEAUX ET SÉCURITÉ

Titre enregistré, accessible par contrat d'apprentissage. Source : France Compétences.

◆ RNCP37680 — TP AIS (ADMINISTRATEUR D'INFRASTRUCTURES SÉCURISÉES)

Niveau 6 (Bac+3), délivré par le Ministère du Travail. Rythme : 1 jour CFA / 4 jours entreprise sur 12 mois — exactement le format de compagnonnage proposé. Financement 100% OPCO en apprentissage.

L'**OPCO ATLAS** confirme publiquement le financement de la filière « Systèmes et réseaux : Administrateur systèmes et réseaux cloud, Technicien Helpdesk, DevOps », avec un moteur de recherche public par code RNCP donnant le niveau de prise en charge exact.

L'INSERTION, PAS LE DÉTOURNEMENT

Le module « Fondamentaux Bare-Metal / Mixité du Fer » s'insère dans les blocs de compétences déjà prévus par ces titres — la plupart des maquettes systèmes/réseaux comportent un bloc « infrastructure physique et sécurité » qui peut légitimement intégrer ces contenus. Le choix du support pédagogique relève de la liberté d'ingénierie pédagogique du CFA, sans modification réglementaire nécessaire.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE PROTOCOLE DE TRANSMISSION DES GARDIENS

LE MENTORAT COMME ACTE DE SURVIE DE LA CORPORATION TECHNIQUE — PAS UNE INJONCTION RH

◆ LES SENIORS — DERNIERS DÉPOSITAIRES D'UN SAVOIR QUI DISPARAÎT

Les ingénieurs système seniors — souvent écartés ou marginalisés par les vagues de transformation NoOps documentées ailleurs dans ce corpus — détiennent un savoir de couches basses qui ne se transmet plus dans les organisations actuelles. Ce savoir disparaît à chaque départ à la retraite, à chaque licenciement, à chaque réorganisation qui privilégie le « cloud-native » sur la maîtrise du matériel.

◆ L'INVERSION PSYCHOLOGIQUE NÉCESSAIRE

Présenter le mentorat comme une injonction RH moralisatrice produit du rejet ou de la conformité de façade. Présenter le mentorat comme l'unique moyen de sauver un savoir-faire de la disparition programmée transforme la dynamique : le senior n'est plus sollicité au nom de la diversité, il est sollicité au nom de la survie de son propre art technique.

Cette reformulation n'est pas cosmétique. Elle change l'identité du rôle : le senior devient le dernier dépositaire d'une compétence rare, dont la transmission est un acte de préservation professionnelle — pas une charge supplémentaire imposée par une politique de diversité descendante.

Le protocole de transmission structure cette relation : binôme formel sur la durée de l'alternance, objectifs de compétences précis et vérifiables, reconnaissance explicite du rôle de mentor dans l'évaluation professionnelle du senior lui-même.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TROIS PHASES SUR 24 MOIS — PROTÉGER L'ALTERNANTE ET L'ÉQUIPE EN PLACE

Intégrer une alternante dans une équipe SRE en tension permanente comporte un risque réel : la surcharge qui transforme le mentorat en fardeau, et l'échec en abandon prématuré.

M1-6 **OBSERVATION ENCADRÉE**

Présence en doublon systématique sur les interventions, sans responsabilité de production isolée. L'objectif est l'acquisition du vocabulaire, des réflexes, des gestes — pas encore l'autonomie.

M7-18 **RESPONSABILITÉ PROGRESSIVE**

Interventions autonomes sur des périmètres délimités et non critiques, avec validation a posteriori par le mentor. Montée en compétence mesurée par des indicateurs précis.

M19-24 **AUTONOMIE SUPERVISÉE**

Prise en charge d'astreintes et d'interventions critiques, avec le mentor en astreinte de second niveau. Transition vers le statut d'ingénieure de plein exercice.

Cette structuration protège à la fois l'alternante — qui n'est jamais exposée seule à une panne critique sans filet — et l'équipe en place, dont la charge de mentorat est calibrée et décroissante dans le temps plutôt que constante.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LE NUDGE DE RÉÉCRITURE RH

NEUTRALISER LE FILTRAGE ALGORITHMIQUE DES ATS PAR LA NOMENCLATURE AGNOSTIQUE

Un dispositif de formation et de mentorat parfaitement conçu échoue si le marché du travail, en aval, continue de filtrer algorithmiquement les profils qu'il produit. Les systèmes de tri automatisé des CV (ATS) sont calibrés sur une terminologie propriétaire — « AWS Certified », « Azure Administrator » — qui élimine mécaniquement les profils formés sur des fondamentaux neutres, quelle que soit leur compétence réelle.

LA NEUTRALISATION ALGORITHMIQUE

Une candidate certifiée RNCP36370 ou titulaire du TP AIS, formée sur Bare-Metal et Linux pur, peut être écartée avant tout entretien humain par un filtre ATS configuré sur des mots-clés cloud propriétaires. Le dispositif de formation le plus rigoureux est inutile si la fiche de poste qui le précède est rédigée dans la novlangue du fournisseur.

La réponse opérationnelle : remplacer systématiquement la terminologie propriétaire par la nomenclature agnostique dans les fiches de poste — « Administrateur Systèmes et Réseaux » plutôt que « AWS Cloud Engineer », « Ingénieure Infrastructure » plutôt que « DevOps Engineer Azure ». Cette reformulation s'appuie directement sur les codes RNCP eux-mêmes, qui sont, par construction, agnostiques de tout fournisseur.

Ce nudge n'exige aucune négociation avec les éditeurs d'ATS. Il agit en amont, sur la rédaction même des offres d'emploi — un levier entièrement maîtrisé par l'entreprise qui recrute.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SECTION 6 SUITE · L'IMPACT SUR LES BRANCHES PROFESSIONNELLES

DU GESTE ISOLÉ AU STANDARD OPPOSABLE — LE DIALOGUE SOCIAL COMME LEVIER

Le nudge de réécriture RH, déployé à l'échelle d'une seule entreprise, reste un geste isolé. Déployé à l'échelle d'une branche professionnelle, il devient un standard opposable. Les conventions collectives et les classifications de poste définies par les branches professionnelles ont une force normative que les pratiques internes d'une entreprise isolée n'ont pas.

◆ LE MODÈLE D'OPPOSABILITÉ

Une branche professionnelle qui inscrit « Administrateur Systèmes et Réseaux (toutes infrastructures) » comme intitulé de référence, plutôt que de valider implicitement la segmentation par fournisseur cloud, crée un précédent que les ATS et les recruteurs ne peuvent ignorer sans s'exposer à une non-conformité avec leur propre convention collective.

Ce levier dépasse le cadre d'une étude individuelle. Il appelle un travail de dialogue social — avec les organisations patronales du numérique (Numeum) et les organisations syndicales représentatives — pour faire reconnaître la nomenclature agnostique comme standard de branche, et non comme une initiative isolée et fragile.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LE RÔLE TACTIQUE DES ESN

RETOURNER L'APPAREIL COMMERCIAL DES EX-SSII VERS LES COMPÉTENCES NEUTRES

Les ESN — anciennement SSII — emploient une part significative des ingénieurs système et réseau en France. Leur appareil commercial, aujourd'hui orienté vers la revente de compétences certifiées hyperscaler, peut être retourné. Une ESN qui constitue un vivier de profils certifiés sur des fondamentaux neutres — LFCS (Linux Foundation Certified Sysadmin), RHCSA (Red Hat Certified System Administrator) — dispose d'un argument commercial différenciant face à une commande publique de plus en plus sensible aux enjeux de souveraineté numérique.

LE LEVIER DE LA COMMANDE PUBLIQUE

Un appel d'offres public qui exige explicitement des compétences certifiées agnostiques — plutôt que des certifications propriétaires d'un fournisseur cloud nommé — oriente mécaniquement les ESN candidates vers la constitution de ce vivier. La commande publique devient un instrument de structuration du marché de l'emploi technique, sans contrainte réglementaire nouvelle.

Ce mécanisme s'articule directement avec le dispositif de formation décrit aux sections précédentes : les alternantes formées sur RNCP36370 ou TP AIS constituent précisément le vivier que les ESN, sous pression de la commande publique, auront intérêt à recruter et à valoriser.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7 SUITE

SECTION 7 SUITE · LE PLAN D'URGENCE TEMPORELLE

LA CAPTATION DU VIVIER NE PEUT PAS ATTENDRE DIX ANS

Trois facteurs convergent pour créer une fenêtre temporelle resserrée :

◆ LE DÉPART MASSIF DES SENIORS

Chaque année qui passe sans transmission organisée est une année de savoir-faire perdu de manière irréversible, sans recours possible une fois le départ effectif.

◆ L'ACCÉLÉRATION DE LA CAPTATION HYPERSCALER

Les programmes « Women in Tech » orientés vers les couches hautes du cloud continuent de capter une part croissante du vivier féminin disponible, réduisant d'autant le bassin mobilisable pour la Mixité du Fer.

◆ LE POINT DE RUPTURE DES INFRASTRUCTURES SOUVERAINES

Les dispositifs documentés dans L'Exodus Souverain (Bare-Metal, IDP souverain, PCA sans cloud) exigent des effectifs formés pour être opérationnels. Sans renouvellement du vivier, ces infrastructures resteront théoriques faute de bras pour les opérer.

◆ L'URGENCE N'EST PAS RHÉTORIQUE

Un plan d'activation lancé maintenant produit ses premiers diplômés opérationnels dans 12 à 24 mois — exactement le calendrier sur lequel se joue la crédibilité de l'ensemble du corpus Opération Dindon. Différer ce lancement de cinq ans signifie aborder le point de rupture sans le capital humain nécessaire pour l'affronter.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE · TABLEAU MATRICIEL

CHAQUE CASE RENVOIE À UN DISPOSITIF EXISTANT — RIEN N'EXIGE DE RÉFORME PRÉALABLE

DIMENSION	DISPOSITIF	RÉFÉRENCE
Public cible	Femmes en reconversion professionnelle, 26 ans et plus	*Sans limite d'âge supérieure*
Véhicule contractuel	Contrat de Professionnalisation	*Aucune limite d'âge pour les 26+ demandeurs d'emploi*
Base légale	Durée 6 mois à 3 ans, adaptable	*Article L6222-7-1, Code du travail*
Titre RNCP n°1	Administrateur systèmes, réseaux et sécurité	RNCP36370
Titre RNCP n°2	Administrateur d'Infrastructures Sécurisées (TP AIS)	RNCP37680, *Niveau 6, Ministère du Travail*
Financement	Prise en charge 100% en apprentissage	OPCO *Atlas*
Durée recommandée	12 à 24 mois, en 3 phases	*Observation · Responsabilité · Autonomie*
Indicateur de pénurie	3% femmes (télécoms-réseaux) vs 23% (métallurgie)	INSEE 2021-2022 · *France Travail/UIMM 2026*
Objectif de référence	33% de mixité d'ici 2033 (modèle métallurgie)	*Plan « Tu as ta place »*, UIMM, 2023

◆ CE QUE CE TABLEAU DÉMONTRE

Chaque case de ce tableau renvoie à un dispositif existant, à une source vérifiée, à un code réglementaire actif. Rien dans cette architecture n'exige une réforme législative préalable. Le protocole est exécutable dès maintenant, avec les outils juridiques et financiers déjà en place.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLÔTURE · L'ESTIMATION DU TERRAIN

SANS LE RETOUR DES FEMMES DANS LE FER, L'EXODUS SOUVERAIN RESTE UN PLAN SANS LES BRAS

Les chiffres INSEE et France Travail cités dans cette étude sont vérifiés et sourcés. Une donnée supplémentaire mérite d'être nommée pour ce qu'elle est : une estimation empirique, et non une statistique officielle.

L'ESTIMATION D'AMINE RAITI

Sur vingt ans de carrière — professeur en école d'ingénieurs, technicien, administrateur système, Head of SRE — l'estimation de terrain est qu'environ 90% du vivier féminin potentiel pour les métiers d'infrastructure bas niveau reste inexploité. Ce chiffre n'est pas une statistique officielle. C'est une observation directe, répétée sur deux décennies, dans des environnements de production réels.

Cette distinction entre données vérifiées et observation de terrain n'affaiblit pas la thèse de cette étude. Elle la renforce : les chiffres officiels suffisent déjà à démontrer un déficit structurel majeur. L'estimation empirique ajoute une dimension que les statistiques agrégées ne capturent pas toujours — la conviction d'un praticien qui a vu, sur deux décennies, le vivier se vider sans jamais se reconstituer.

LA MIXITÉ DU FER N'EST PAS UNE STRATE PARMI SIX

C'est ce qui permet aux six autres de produire leur plein effet.
Sans le retour massif des femmes dans les couches basses de l'infrastructure,
l'Exodus Souverain reste un plan sans les bras pour l'exécuter.

AMINE RAITI — ARCHITECTE INFRASTRUCTURE & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE SILENCE DES SALLES

Pourquoi les femmes ne sont pas en SRE

Diagnostic structurel et leviers d'action

HUMAN

◆ AVANT-PROPOS — UNE DEMANDE DE LECTURE

Ce document analyse un déséquilibre structurel — l'absence quasi-totale des femmes dans les métiers d'infrastructure système et réseau — avec la même méthode que les études précédentes de ce corpus. Il ne formule aucun jugement sur les individus, aucune accusation contre une profession, aucune thèse sur la supériorité ou l'infériorité de qui que ce soit. Il identifie des mécanismes qui produisent cette absence, et propose des leviers pour les corriger.

Ce déséquilibre est un problème d'efficacité autant qu'un problème d'équité. Les deux arguments sont présentés ici. Aucun n'a besoin de l'autre pour tenir.

Amine Raiti · Architecte Infrastructure & SRE · Ancien formateur

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE CONSTAT

LA SALLE DE CLASSE COMME RÉVÉLATEUR

Ce constat n'est pas une impression. C'est une observation répétée pendant des années, dans plusieurs centres de formation professionnelle, sur des promotions différentes. Dans les classes d'ingénieurs : une parité proche de 50/50. Dans les formations de développeurs : idem. Dans les formations Système & Réseau : deux filles sur vingt, de façon constante. Parfois zéro.

La constance de cette statistique sur plusieurs années et plusieurs établissements exclut l'accident. Ce n'est pas une promotion atypique. C'est un pattern. Et un pattern qui se répète dans les mêmes conditions produit des causes structurelles, pas des causes aléatoires.

> ◆ **CE QUE LE CHIFFRE DIT ET NE DIT PAS**
>
> 2 filles sur 20 en Système & Réseau ne signifie pas que les femmes ne sont pas capables de faire ce métier. Cela signifie que quelque chose, en amont de la compétence, produit cette absence dès le stade de l'orientation et de l'inscription en formation. Le problème n'est pas dans la salle de classe. Il est dans ce qui se passe avant d'y entrer.

Le contraste avec d'autres filières techniques est saisissant et constitue en lui-même une information. Si le problème était "les femmes ne vont pas vers les métiers techniques", le déficit devrait être visible dans toutes les formations techniques. Il ne l'est pas. Il est concentré sur l'infrastructure système et réseau — et sur le terrain physique qui lui est associé : le datacenter.

> ◆ **NASSIHA — POINT DE MÉTHODE**
>
> Toute cette étude repose sur ce constat empirique de première main. Il n'est pas statistiquement représentatif au sens académique du terme. Il est représentatif d'une expérience de terrain prolongée, dans un contexte précis. Les mécanismes identifiés dans la suite de ce document ont vocation à expliquer ce constat — pas à le prouver, car il est déjà posé comme fait observé.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

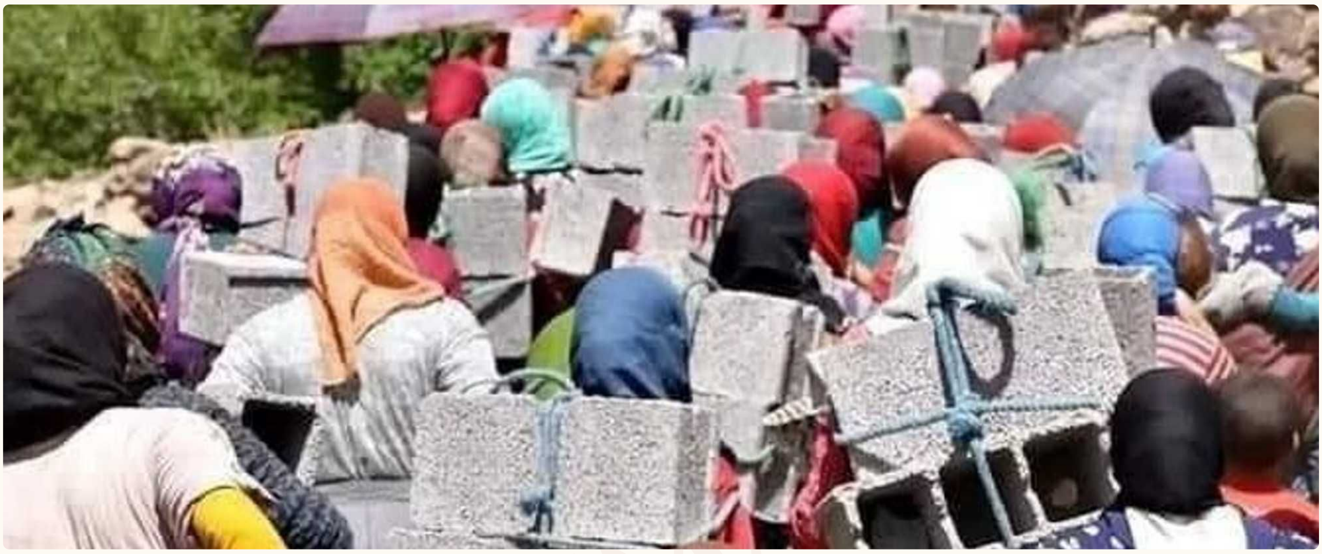
2

SECTION 2 · LA PISTE DU PHYSIQUE

VRAIE CAUSE OU PRÉTEXTE ?

La première explication spontanée que l'on entend — et que l'on est tenté de donner soi-même — est l'explication physique. Le datacenter est un environnement chaud, bruyant, physiquement exigeant. Une intervention en salle machine représente environ 7 500 pas. Les baies pèsent. Les câbles résistent. Il y a quelque chose dans ce travail qui ressemble à un chantier plus qu'à un bureau.

Cette explication a une apparence de logique. Mais elle s'effondre face à un contre-exemple simple et documenté.



© Reuters — Femmes de l'Atlas marocain

Quand les engins de chantier n'ont pas pu accéder aux villages de l'Atlas marocain, ce sont les femmes qui ont porté les parpaings sur leur dos pour construire les mosquées de leurs villages. La résilience physique n'est pas une propriété génétiquement masculine. Elle est contextuelle, culturelle, motivationnelle. Elle se déploie là où elle est appelée par les circonstances.

> **◆ CE QUE L'EXPLICATION PHYSIQUE OCCULTE**
>
> Le datacenter n'est pas plus exigeant physiquement qu'un chantier de construction, qu'une cuisine professionnelle ou qu'un bloc opératoire. Ces environnements comptent des femmes. Ce qui fait la différence n'est donc pas l'exigence physique objective. C'est la *représentation* de cette exigence physique dans l'imaginaire de la formation et du recrutement — une représentation construite, et donc modifiable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES MÉCANISMES STRUCTURELS

TROIS FORCES QUI PRODUISENT L'ABSENCE

Si l'explication physique ne tient pas, trois mécanismes structurels — chacun distinct, cumulatifs dans leurs effets — permettent d'expliquer le déséquilibre observé. Aucun de ces mécanismes n'implique une intention malveillante de la part d'individus. Ils sont des effets de système.

◆ MÉCANISME 1 — LA REPRÉSENTATION CULTURELLE DE L'INFRASTRUCTURE

L'image mentale du SRE, de l'administrateur système, de l'ingénieur réseau est masculine dans la culture populaire, dans les séries, dans les photos des conférences techniques, dans les illustrations des supports de formation. Cette image est construite. Elle précède l'orientation des jeunes de plusieurs années. Une lycéenne qui choisit une filière choisit en partie une image de soi future — et cette image lui dit que les salles serveurs sont peuplées d'hommes.

◆ MÉCANISME 2 — L'ABSENCE DE ROLE MODELS FÉMININS EN INFRASTRUCTURE

Les modèles se reproduisent par visibilité. Un secteur qui compte peu de femmes produit peu de modèles féminins visibles, ce qui décourage les nouvelles entrantes, ce qui maintient le peu de femmes dans le secteur, ce qui produit peu de modèles — une boucle fermée sur elle-même. Cette boucle ne se brise pas spontanément. Elle nécessite une intervention délibérée au niveau de la formation, de la communication et du recrutement.

◆ MÉCANISME 3 — LA CULTURE IMPLICITE DE LA FORMATION TECHNIQUE

Les supports de formation en infrastructure sont majoritairement écrits, illustrés et dispensés par des hommes, avec des exemples, des métaphores et un registre souvent implicitement masculins. Ce n'est pas une hostilité consciente — c'est un angle mort. Un formateur qui n'y pense pas reproduit le contexte dans lequel il a lui-même été formé. La neutralité n'est pas le défaut d'une décision : c'est l'effet par défaut d'une non-décision.

◆ NASSIHA — CE QUE CES MÉCANISMES N'IMPLIQUENT PAS

Ces trois mécanismes sont des phénomènes observables et corrigeables. Ils n'impliquent aucune thèse sur une incapacité intrinsèque, aucune supériorité ou infériorité d'un genre, aucune faute individuelle de formateurs ou de recruteurs spécifiques. Identifier un mécanisme structurel n'est pas désigner un coupable.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE VERROU DE LA FORMATION

LA FORMATION COMME LIEU DE LA DÉCISION

Dans "Anatomie de la Perdition", la formation était identifiée comme le levier central de la reconquête de la compétence infrastructure — face à la dissolution des hard limits et au verrouillage cognitif du secteur. La même logique s'applique ici : si le déséquilibre de genre se décide dès la formation, c'est dans la formation que se trouvent les leviers de correction.

Le manque de femmes chez les SysAdmin et les SRE ne se décide pas à l'embauche. Il se décide à l'orientation, puis se consolide pendant la formation. Une jeune femme qui n'entre pas dans une salle de classe de Système & Réseau n'aura jamais l'occasion de démontrer qu'elle peut exceller dans ce métier. La discrimination par l'image précède la discrimination par la compétence.

◆ LE SOCLE DU FER N'A PAS DE GENRE

Le programme pédagogique développé dans ce corpus — 26 semaines, de l'électricité au réseau — a été conçu sans référence de genre. L'électricité n'est pas masculine. Le calcul de sous-réseaux en binaire n'est pas masculin. La configuration d'un contrôleur de domaine Active Directory n'est pas masculine. Ce sont des compétences techniques, acquises par la pratique, par la rigueur et par la répétition. Elles ne requièrent ni force brute, ni prédisposition génétique d'aucune sorte.

La volonté d'acier qu'elles demandent — pour comprendre, pour persévérer face à une panne qui résiste, pour recommencer un câblage trois fois jusqu'à ce qu'il soit propre — est une volonté humaine. Pas une volonté masculine.

La fausse perception de la difficulté physique, décrite en section 2, agit comme un filtre invisible à l'entrée de la formation. Elle n'est jamais écrite nulle part. Elle n'est jamais prononcée explicitement. Elle est transmise par l'image de la salle, par le langage du formateur, par la composition du groupe — et par l'absence, dans ce groupe, de femmes qui auraient pu démontrer par leur présence que cette perception est fausse.

◆ NASSIHA — LA FORMATION N'EST PAS LE SEUL LEVIER

La formation est le levier le plus accessible et le plus immédiatement actionnable. Ce n'est pas le seul. L'orientation scolaire en amont, la communication des centres de formation, les partenariats avec les lycées, et la visibilité des femmes déjà en poste dans le secteur sont des leviers complémentaires — qui agissent sur une temporalité plus longue. Ce document se concentre sur la formation parce que c'est là que l'auteur dispose d'une expérience directe et de propositions concrètes.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE COÛT POUR LE SECTEUR

UN SECTEUR QUI RECRUTE DANS LA MOITIÉ DU VIVIER

L'infrastructure système et réseau souffre d'une pénurie de profils qualifiés qui est documentée, durable et structurelle. Les postes restent vacants. Les équipes sont chroniquement sous-dimensionnées. La charge par ingénieur SRE s'alourdit. L'astreinte se densifie. Le burn-out s'installe.

Dans ce contexte, exclure de fait la moitié de la population active de ce vivier n'est pas un choix neutre. C'est un choix qui aggrave activement une pénurie déjà existante. Un recruteur qui ne pense pas à recruter des femmes, une formation qui ne pense pas à attirer des femmes, un secteur qui ne pense pas à les retenir : chaque maillon de cette chaîne réduit le vivier disponible de moitié. Le marché en souffre directement.

◆ L'ARGUMENT D'EFFICACITÉ EST INDÉPENDANT DE L'ARGUMENT D'ÉQUITÉ

Il n'est pas nécessaire d'être convaincu par les arguments d'équité ou d'égalité des chances pour reconnaître que recruter dans 50% du vivier disponible est une stratégie d'approvisionnement en talent médiocre. Ces deux arguments — l'un moral, l'autre économique — arrivent à la même conclusion par des chemins différents. Le secteur gagne à les entendre tous les deux.

Il existe également un argument de qualité. La diversité des profils dans une équipe technique produit une diversité d'approches face aux problèmes. Un datacenter vu par des regards différents est un datacenter dont les angles morts sont plus souvent identifiés. La mixité n'est pas un objectif symbolique — c'est un avantage opérationnel mesurable en termes de résilience des systèmes et de qualité du diagnostic.

◆ CE QUE L'INFRASTRUCTURE PERD CONCRÈTEMENT

Pour chaque promotion de vingt stagiaires Système & Réseau qui compte dix-huit hommes et deux femmes, le secteur perd potentiellement dix profils qualifiés supplémentaires qui auraient pu être formés, certifiés et opérationnels. Sur dix ans, sur des centaines de promotions dans des dizaines de centres de formation, ce chiffre représente des milliers d'ingénieurs SRE qui n'existent pas parce qu'ils n'ont jamais été formés. La pénurie que le secteur déplore est en partie de sa propre fabrication.

◆ NASSIHA — LA LIMITE DE L'ARGUMENT ÉCONOMIQUE

L'argument d'efficacité économique est le plus immédiatement audible dans un contexte professionnel. Il a aussi une limite : il subordonne l'inclusion à son utilité économique, ce qui est une position fragile si le marché venait à changer. L'argument d'équité — chaque personne devrait avoir accès aux métiers pour lesquels elle est qualifiée, indépendamment de son genre — est plus robuste sur le long terme. Les deux sont présentés ici, et les deux méritent d'être entendus.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES LEVIERS CONCRETS

CE QUI PEUT ÊTRE FAIT, DÈS MAINTENANT

Les leviers qui suivent ne sont pas des grandes déclarations d'intention. Ce sont des actions précises, réalisables dans le cadre d'un centre de formation ordinaire, sans budget exceptionnel, par des formateurs qui décident de penser à ce problème plutôt que de ne pas y penser.

◆ LEVIER 1 — LA REPRÉSENTATION DANS LES SUPPORTS DE FORMATION

Les photos utilisées dans les supports pédagogiques, les personnages des scénarios de TP, les exemples cités en cours — tous ces éléments construisent imperceptiblement l'image mentale du métier. Un support qui illustre systématiquement les administrateurs réseau avec des silhouettes ou des prénoms masculins envoie un signal que personne n'a formulé consciemment mais que tout le monde reçoit. Ce signal se corrige par une décision simple : choisir délibérément des représentations mixtes.

◆ LEVIER 2 — LA VISIBILITÉ DES FORMATRICES ET DES PROFESSIONNELLES EN POSTE

Inviter des femmes SRE ou administratrices système à intervenir dans les formations — même une heure, même en visioconférence — brise le monopole visuel de la figure masculine dans l'imaginaire du métier. Le modèle qui ressemble à ce que l'on est soi-même est le modèle le plus puissant. Il ne coûte qu'un appel téléphonique à une professionnelle qui accepte de prendre la parole.

◆ LEVIER 3 — LE LANGAGE ET LE REGISTRE DU COURS

Les métaphores sportives, militaires ou mécaniques qui émaillent parfois les cours d'infrastructure ne sont pas des choix neutres. Elles signalent un contexte culturel implicite. Elles peuvent être remplacées par des métaphores également précises mais culturellement plus larges, sans perte de qualité pédagogique et avec un gain d'accessibilité réel.

◆ LEVIER 4 — LE PARRAINAGE DANS LES CENTRES DE FORMATION PROFESSIONNELLE

Les centres de formation professionnelle pour demandeurs d'emploi — ceux dont est issu le Socle du Fer — accueillent des publics en reconversion. Une femme de 30 ans en reconversion professionnelle n'a pas les mêmes freins qu'une lycéenne de 17 ans. Elle a une expérience, une maturité, une motivation qui peuvent être des atouts considérables dans un métier où la rigueur compte plus que l'âge de l'entrée dans le secteur. Ces centres sont un vivier sous-exploité.

◆◆◆

L'infrastructure est le socle de notre écosystème numérique. Elle n'a aucune raison d'être un club privé. Pas pour des raisons idéologiques. Pour des raisons de compétence, de vivier, et de survie à long terme d'un secteur qui a besoin de tous les talents disponibles.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

L'AMPUTATION INVISIBLE

Pourquoi les femmes ont été poussées hors du bare-metal

HUMAN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude prolonge "Le Silence des Salles" — qui documentait l'absence des femmes en SRE — en posant une question que cette première étude n'avait pas osé formuler explicitement : et si cette absence n'était pas accidentelle ? Elle défend une thèse en trois niveaux — documenté, structurel, et hypothétique mais cohérent — sur la relation entre l'exclusion des femmes de l'infrastructure bare-metal et les intérêts économiques des hyperscalers. Elle se termine par la seule réponse structurelle possible : l'éducation précoce.

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE SRE DE TERRAIN — ENNEMI STRUCTUREL DES HYPERSCALERS

CELUI QUI PEUT TOUJOURS SE REPLIER

L'ingénieur SRE qui maîtrise l'infrastructure de la couche physique jusqu'à la couche applicative est structurellement l'ennemi numéro un des hyperscalers. Pas parce qu'il leur est hostile — mais parce qu'il dispose d'une capacité qu'ils ne peuvent pas lui retirer : la possibilité de se replier. De revenir au métal nu. De reconstruire une infrastructure souveraine. De poser les hard limits que les contrats cloud ne posent jamais.

Cette compétence est une menace existentielle pour le modèle économique des hyperscalers. Un client qui peut partir est un client qui négocie. Un client qui ne peut pas partir est un client captif. La stratégie du lock-in documentée dans "Anatomie de la Perdition" vise à produire des clients captifs. Et le corps professionnel le plus dangereux pour cette stratégie est précisément le corps des SRE et administrateurs système qui savent comment construire hors du cloud.

◆ CE QU'UN CORPS AMPUTÉ DE MOITIÉ PERD SIMULTANÉMENT

Si ce corps est réduit de 50% par l'exclusion systématique d'une moitié de la population, il perd simultanément trois choses distinctes.

Le nombre : la pénurie documentée de profils infrastructure est directement amplifiée. Moins d'ingénieurs capables de se replier signifie moins de clients capables de négocier.

Le regard différent : les femmes qui arrivent dans les métiers techniques apportent statistiquement un rapport au risque plus conservateur, une tendance à poser des questions sur les hypothèses implicites, une résistance plus forte aux effets de mode technologique. Ce regard est précisément celui qui pose les hard limits — et précisément celui que le DevOps "soft sur les hard limits" cherche à remplacer.

La légitimité institutionnelle : un corps professionnel à 95% masculin est plus facilement caricaturé, marginalisé, et remplacé par un titre générique ("ingénieur DevOps") que l'on peut positionner comme plus moderne, plus inclusif, plus ouvert — tout en étant moins compétent sur la couche physique.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · CE QUE LA DOCUMENTATION DIT

LES PRÉNOMS DANS LES EXEMPLES DE CODE

Une thèse sur l'exclusion délibérée mérite une preuve au moins partielle. Elle ne se trouvera pas dans un mémo interne — elle se trouve dans les exemples de configuration que des milliers d'ingénieurs lisent chaque jour en apprenant leur métier. La documentation AWS IAM a été examinée.

◆ CE QUE LA DOCUMENTATION AWS IAM MONTRE

Les exemples IAM officiels utilisent un ensemble limité de prénoms. Les prénoms féminins apparaissent : Jane, Alice, Adele, Patricia, Chloe. Les prénoms masculins apparaissent : John, Bob, David, Jim, Chris, Eli. En apparence équilibré — jusqu'à l'examen des contextes.

Les prénoms féminins apparaissent systématiquement dans les exemples de *création d'utilisateurs basiques* et de *droits restreints*. Les prénoms masculins dominent les exemples de *rôles d'administrateur*, d'*AssumeRole*, de *permissions avancées*, de *sessions de rôle dans CloudTrail*.

L'exemple canonique d'un problème de sécurité IAM met en scène "John Doe" qui crée le risque — "Jane Doe" qui en hérite passivement. La femme comme variable dépendante du comportement de l'homme, dans l'exemple de code que l'ingénieur débutant lit le premier jour de sa formation AWS.

◆ NASSIHA — CE QUE CE SIGNAL PROUVE ET NE PROUVE PAS

Ce biais dans la documentation ne prouve pas une intention délibérée d'exclusion. Il prouve une normalisation — l'ingénieur qui apprend à "assumer un rôle d'admin" apprend qu'il s'appelle John. Mille ingénieurs qui apprennent ça forment une représentation mentale. Cette représentation mentale informe les recrutements, les promotions, et les cultures d'équipe. Ce n'est pas un complot. C'est peut-être plus efficace qu'un complot.

HUMAN

◆ LES RH QUI CHERCHENT LE DEVOPS "SOFT SUR LES HARD LIMITS"

Pendant que la documentation normalise le profil masculin dans les rôles d'administration avancée, les services RH cherchent des "ingénieurs DevOps" — un titre qui, comme documenté dans "La Crise Infrationnelle", dilue les compétences opérationnelles réelles. Ce profil DevOps est présenté comme plus inclusif, plus collaboratif, plus moderne que le SRE ou l'administrateur système. Il est aussi structurellement moins dangereux pour les hyperscalers — parce qu'il ne maîtrise pas la couche physique.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA THÈSE FORTE

ET SI CE N'ÉTAIT PAS UN ACCIDENT ?

Cette section défend une thèse que l'auteur assume explicitement comme hypothèse — pas comme certitude. Elle est présentée comme telle parce qu'elle mérite d'être pensée, même sans preuve directe. Une thèse cohérente avec les intérêts en jeu et avec les faits observables n'est pas une théorie du complot. C'est une hypothèse structurelle.

◆ L'HYPOTHÈSE STRUCTURELLE

Les hyperscalers ont tout intérêt à ce que le corps des SRE et administrateurs système — ceux qui peuvent se replier sur le bare-metal — soit le plus petit possible, le moins légitime possible, et le moins visible possible dans les débats sur l'avenir de l'infrastructure numérique.

L'exclusion des femmes de ce corps — par la culture hostile documentée dans "Le Silence des Salles", par la normalisation masculine dans la documentation, par le remplacement du SRE par le DevOps dans les fiches de poste RH — produit exactement ce résultat. Le corps est amputé de moitié. Il est rendu moins complet, moins divers dans ses regards, moins capable de résister collectivement à la capture cognitive des hyperscalers.

Cette exclusion n'a pas besoin d'avoir été planifiée pour avoir été produite. Les systèmes économiques produisent les résultats qui servent leurs intérêts dominants — souvent sans que personne n'ait pris la décision explicite de produire ces résultats. La question n'est pas "y avait-il une réunion secrète ?" La question est "qui bénéficie de ce résultat ?" La réponse est claire.

◆ LA CONVERGENCE DES MÉCANISMES

Quatre mécanismes convergent vers le même résultat sans nécessiter de coordination explicite :

— La culture hostile des équipes infrastructure bare-metal (documentée)

— La normalisation masculine dans la documentation technique (documentée)

— Le remplacement du SRE par le DevOps dans les titres RH (documenté)

— La dévalorisation des hard limits comme compétence nécessaire (documenté dans "La Crise Infrationnelle")

Quatre mécanismes distincts, quatre acteurs distincts, un résultat unique : le corps professionnel le plus dangereux pour les hyperscalers est amputé de moitié et marginalisé dans le débat public sur l'infrastructure numérique.

◆ NASSIHA — POURQUOI DÉFENDRE CETTE THÈSE MALGRÉ SON CARACTÈRE NON PROUVABLE

Une thèse n'a pas besoin d'être prouvée pour être utile. Elle doit être cohérente avec les faits observables et pointer vers des actions correctives qui seraient pertinentes même si la thèse était fausse. Si les femmes ont été exclues accidentellement, les corriger est juste. Si elles ont été exclues délibérément, les corriger est aussi efficace qu'urgent. La thèse forte ou la thèse faible mènent à la même action.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · CE QUE LE REGARD FÉMININ PROTÈGE

LA DIFFÉRENCE QUI DÉRANGE

L'argument de la diversité est souvent présenté comme un argument moral — il faut inclure les femmes parce que c'est juste. C'est juste. Mais c'est aussi un argument opérationnel que les équipes d'infrastructure homogènes ont tendance à ignorer.

◆ LE RAPPORT AU RISQUE

Les études en psychologie organisationnelle et en gestion des risques convergent sur un résultat : les groupes mixtes prennent des décisions de risque plus calibrées que les groupes homogènes masculins. Non parce que les femmes sont "moins courageuses" — mais parce qu'elles ont statistiquement moins tendance à suivre les effets de groupe (groupthink) qui poussent des équipes homogènes vers des décisions trop agressives. En infrastructure, le refus du groupthink a un nom : ce sont les hard limits. L'ingénieure qui dit "non, on ne migre pas cette charge critique sur ce service cloud avant d'avoir un plan de sortie" est l'ingénieure que les hyperscalers ne veulent pas dans la salle.

◆ LA RÉSISTANCE AUX EFFETS DE MODE TECHNOLOGIQUE

La culture des équipes techniques masculines homogènes est particulièrement vulnérable aux effets de mode — la technologie qui brille, le framework du trimestre, l'architecture qui fait les conférences. Cette vulnérabilité est documentée et exploitée. Les hyperscalers ont construit des conférences (re:Invent, Google Next, Microsoft Build) qui sont des machines à produire des effets de mode favorables à leurs services. Un corps professionnel plus diversifié est structurellement plus résistant à ces effets de mode — parce que la diversité de regard brise les dynamiques de groupe qui les alimentent.

◆ LA QUESTION QU'ON N'OSE PAS POSER EN RÉUNION

Dans une équipe homogène sous pression de conformité, la question "mais est-ce qu'on peut se passer de ce service cloud si la relation avec le fournisseur se dégrade ?" est difficile à poser. Elle va à contre-courant de l'enthousiasme collectif. Les équipes mixtes posent plus facilement ces questions de fond — parce que la diversité de regard légitime le questionnement des hypothèses implicites. Ce questionnement est exactement ce que le corpus Opération Dindon appelle les hard limits. Et c'est exactement ce que la culture DevOps dominante décourage.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LES MÉCANISMES D'EXCLUSION DOCUMENTÉS

COMMENT ON POUSSE SANS POUSSER

L'exclusion des femmes du bare-metal ne passe pas par des décisions explicites de discrimination. Elle passe par une accumulation de mécanismes qui rendent l'entrée difficile, le maintien épuisant, et la sortie naturelle. Chaque mécanisme pris isolément est défendable. L'accumulation est systémique.

◆ MÉCANISME 1 — LA CULTURE DE L'ASTREINTE COMME SÉLECTION

L'astreinte nocturne en infrastructure est présentée comme une exigence neutre du métier. Elle n'est pas neutre. Dans une société où la charge domestique et parentale repose encore majoritairement sur les femmes, l'astreinte nocturne non compensée et non structurée est un filtre genré. Les femmes ne "quittent" pas le bare-metal parce qu'elles ne veulent pas. Elles quittent parce que le modèle opérationnel de l'infrastructure n'a pas été conçu pour être compatible avec une vie hors du bureau. "Le Pager et le Corps" a documenté ce mécanisme sans en nommer la dimension genrée. Cette étude la nomme.

◆ MÉCANISME 2 — LES TITRES QUI EFFACENT

Le remplacement progressif du titre "administrateur système" ou "ingénieur SRE" par "ingénieur DevOps" dans les offres d'emploi n'est pas anodin pour les femmes. Le titre "DevOps" est apparu dans un contexte de recrutement qui valorisait explicitement le profil collaboratif, transversal, moins ancré dans la salle serveur. Ce profil a été présenté comme plus inclusif — et en termes d'image, il l'est. Mais en termes de compétences attendues, il efface précisément la couche physique que les femmes auraient pu maîtriser autant que les hommes. On a rendu le métier "plus accueillant" en en retirant le contenu le plus stratégique.

◆ MÉCANISME 3 — L'ABSENCE DE MODÈLES DANS LA DOCUMENTATION ET LA FORMATION

La section 2 a documenté le biais dans les prénoms des exemples AWS. Ce même biais existe dans les tutoriels YouTube, dans les cours Udemy, dans les exemples des livres techniques de référence. Quand une jeune femme apprend à configurer un serveur Linux et que tous les exemples montrent "john@server:~$" dans le prompt, elle reçoit un signal subliminaire : cette console n'est pas pour elle. Ce signal n'est pas une interdiction. C'est une friction. Et les frictions accumulées découragent sans jamais interdire formellement.

HUMAN

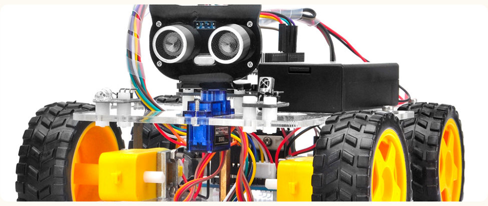
Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA SEULE RÉPONSE STRUCTURELLE

ATTIRER LES FILLES AVANT QUE LE FILTRE NE JOUE

Toutes les mesures qui cherchent à corriger l'exclusion à l'entrée du marché du travail agissent trop tard. La décision de ne pas s'orienter vers les métiers techniques est prise avant — au collège, au lycée, parfois à l'école primaire. C'est là que le filtre joue. C'est là que la correction doit intervenir.



Un projet Arduino — la porte d'entrée vers l'infrastructure physique

◆ ARDUINO, ROBOTIQUE, VOITURE CONNECTÉE — AVANT LE BAC

La main dans la machine avant la théorie. Un projet Arduino qui fait clignoter une LED, puis qui pilote un bras robotique, puis qui fait communiquer deux microcontrôleurs — ce parcours en trois ans au collège construit une intuition du hardware que les cours d'informatique théoriques ne construisent pas. La jeune fille qui a assemblé son propre robot à 13 ans n'a pas besoin qu'on lui explique ce qu'est un GPIO, un bus I2C ou une tension de sortie. Elle l'a vécu. Et cette expérience vécue change le rapport à la couche physique pour le reste de la vie professionnelle.

La voiture connectée, le drone, la domotique — ces projets ont un avantage supplémentaire : ils sont des ponts entre le monde physique et le monde numérique. Ils montrent que l'infrastructure n'est pas abstraite. Elle est dans les objets. Elle est dans la maison. Elle est partout.

◆ APPEL SINCÈRE — ÉCRIT DE MES MAINS

Il faut que nos femmes — de tout âge — viennent en renfort devant l'abstraction. Le bare-metal, les câbles, les serveurs, la couche physique : c'est un terrain où elles ont toute leur place, toute leur intelligence, tout leur regard. Si elles n'y viennent pas, si on ne les y amène pas, si on ne leur montre pas que c'est pour elles autant que pour nous — c'est la merde. Pour l'infrastructure. Pour la souveraineté. Pour nous tous.

— AMINE RAITI

HUMAN

◆ CE QUE LES ENTREPRISES PEUVENT FAIRE

Les entreprises qui veulent corriger le déséquilibre dans leurs équipes infrastructure n'ont pas à attendre que le marché le fasse. Elles peuvent parrainer des clubs de robotique dans les lycées proches. Elles peuvent organiser des journées "infrastructure" pour les lycéennes de terminale. Elles peuvent mentorer des étudiantes en BTS ou en DUT systèmes et réseaux. Ces actions ne coûtent pas grand chose. Elles produisent des résultats sur un cycle de 3 à 5 ans — pas sur un trimestre. Ce sont les seuls investissements en diversité qui fonctionnent structurellement.

◆ CE QUE LES HOMMES EN PLACE PEUVENT FAIRE

Le SRE senior qui lit cette étude et qui reconnaît sa propre équipe dans ce qu'elle décrit a une responsabilité simple : rendre son équipe visible. Parler de son métier dans les lycées. Inviter des étudiantes à visiter sa salle serveur. Partager ses propres galères de débutant — les câbles mal branchés, les configurations ratées, les nuits d'astreinte. Montrer que ce métier s'apprend, qu'il ne requiert pas de don particulier, et qu'il est ouvert à qui veut le pratiquer.

◆◆◆

Un corps professionnel amputé de moitié ne peut pas défendre la souveraineté numérique à pleine puissance. La reconstruction commence avant le bac — pas après le recrutement.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA MATERNITÉ COMME CONTINUITÉ

Proposition pour que la naissance ne soit pas une interruption de carrière

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude s'inscrit dans le corpus Opération Dindon, après "Le Silence des Salles" (absence des femmes en SRE) et "Le CPF mal utilisé" (financement de la formation). Elle traite d'un angle que ces études n'avaient pas abordé : non plus l'entrée des femmes dans les métiers d'infrastructure, mais leur maintien au moment de la maternité. Elle formule une proposition concrète fondée sur trois principes — le maintien du lien, la protection financière intégrale, et l'anti-dégradation par conception — sans créer de nouveau mécanisme juridique.

◆ NOTE PRÉLIMINAIRE

Cette proposition reconnaît la maternité comme une fonction biologique que la société bénéficie collectivement, et dont le coût de carrière est aujourd'hui supporté de façon disproportionnée par les femmes qui l'exercent. Elle ne prescrit aucun comportement — elle crée des conditions dans lesquelles chaque femme peut librement choisir la forme de sa maternité sans en subir les conséquences professionnelles.

Amine Raiti · Architecte Infrastructure & SRE · Ancien formateur

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

HUMAN

I

SECTION 1 · LES DEUX PROBLÈMES

CE QUE LA MATERNITÉ COÛTE AUJOURD'HUI

La maternité est une fonction biologique. Elle n'est pas un choix de confort, une décision de carrière, ni une absence volontaire. C'est un acte de reproduction que la société entière bénéficie — les futurs travailleurs, les futurs cotisants, les futurs ingénieurs sont des enfants que quelqu'un a portés, mis au monde et nourris. Ce fait élémentaire est systématiquement ignoré dans l'organisation du travail actuelle, qui traite la maternité comme une interruption à gérer plutôt que comme une contribution à reconnaître.

Dans les métiers d'infrastructure système et réseau, cette ignorance produit deux problèmes concrets et documentés.

◆ PROBLÈME 1 — LA PERTE DE SAVOIR DANS L'ÉQUIPE

Une SRE qui part en congé maternité emporte avec elle une connaissance de l'infrastructure que personne d'autre dans l'équipe ne possède exactement de la même façon. Elle connaît les chemins de panne, les décisions d'architecture prises en réunion trois ans plus tôt, les raisons pour lesquelles telle configuration existe plutôt qu'une autre. Pendant 4 à 16 mois, l'équipe tourne sans cette connaissance. Quand une panne survient à 3h du matin, l'intervention qui aurait pris 12 minutes en prend 4 heures — ou ne se fait pas. Ce n'est pas un problème de sentiment. C'est un problème opérationnel mesurable.

◆ PROBLÈME 2 — LA PAUSE DE CARRIÈRE ET LE RISQUE DU RETOUR

Pendant qu'elle nourrit le futur SRE, la SRE Girl voit sa carrière en pause. Les certifications évoluent. L'infrastructure change. Les équipes se réorganisent. Au retour, le risque est multiple : dégradation de poste sous couvert de "réorganisation", perte de savoir sur une infrastructure qui a évolué sans elle, décalage avec une équipe qui a pris de nouvelles habitudes. Ces risques sont documentés, fréquents, et rarement sanctionnés parce qu'ils sont difficiles à prouver.

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE ÉTUDE NE PRÉTEND PAS

Cette étude ne prétend pas que toutes les entreprises maltraitent leurs salariées en congé maternité. Elle identifie des mécanismes structurels qui produisent ces risques indépendamment de la bonne volonté des individus. Un manager bienveillant dans une organisation mal conçue produit les mêmes résultats qu'un manager indifférent. La solution doit être structurelle, pas personnelle.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE PRINCIPE FONDATEUR

L'ANTI-DÉGRADATION PAR CONCEPTION

La plupart des propositions existantes pour protéger les femmes au retour de congé maternité cherchent à régler le problème après qu'il s'est produit — interdiction légale de la dégradation, recours aux prud'hommes, obligation de formation de remise à niveau. Ces approches sont réactives. Elles supposent qu'il y a eu une rupture, et cherchent à la réparer.

La proposition de cette étude est différente dans sa nature : elle cherche à supprimer la rupture elle-même. Une femme qui n'a jamais quitté son équipe ne peut pas être dégradée à son retour. Il n'y a pas eu de retour. Il y a eu une continuation à intensité réduite.

◆ LE PRINCIPE : MAINTIEN DU LIEN, PAS PRODUCTION RÉELLE

La distinction est fondamentale. Le maintien du lien n'est pas une demande de travail. C'est la possibilité, à l'initiative exclusive de la femme, d'écouter un Teams, de suivre une réorganisation, d'être au courant d'une décision d'architecture. 1 à 2 heures par jour, quand elle le décide, si elle le décide. Pas de livrable, pas d'objectif, pas d'évaluation. Le bébé prime toujours — cette heure existe si et seulement si la femme choisit de la prendre ce jour-là.

La contrepartie de ce maintien du lien est double : l'équipe conserve son expertise humaine, et la femme reste dans le mouvement de l'équipe. Elle assiste aux réorganisations. Elle connaît les nouvelles décisions. Elle voit qui a pris quel rôle. Quand elle augmente progressivement son temps, elle n'a pas à rattraper — elle était là.

◆ LE HARD LIMIT CONTRE LE DOUBLE TRANCHANT

Ce mécanisme a un risque identifié : l'employeur qui transforme l'option en obligation. Le hard limit est simple et non négociable — **TOUT CONTACT PROFESSIONNEL PENDANT LA PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION BIOLOGIQUE DOIT ÊTRE INITIÉ PAR LA SALARIÉE, JAMAIS PAR L'EMPLOYEUR.** Aucune demande, aucune attente implicite, aucune évaluation basée sur la présence ou l'absence lors de ces 1-2 heures. La femme est la seule décisionnaire de quand, si, et combien.

◆ NASSIHA — LA PÉRIODE DE RÉCUPÉRATION BIOLOGIQUE EST INCONDITIONNELLE

La proposition distingue deux phases strictement séparées. La phase de récupération biologique — durée fixée par la femme, contact professionnel interdit — est inconditionnelle et non négociable. Elle fonctionne comme un congé classique : l'employeur n'a aucun accès. La phase de maintien du lien ne commence que quand la femme décide qu'elle est prête, et ne dure que le temps qu'elle choisit chaque jour.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA PROTECTION FINANCIÈRE INTÉGRALE

ZÉRO PERTE, ZÉRO DÉGRADATION

Le maintien du lien professionnel ne suffit pas si la protection financière est incomplète. Une SRE qui reste connectée à son équipe mais qui perd 16% de son salaire net, voit sa retraite complémentaire gelée, et n'accumule pas les mêmes droits que ses collègues masculins pendant la même période — cette SRE subit une double peine : elle travaille à maintenir son expertise pendant sa maternité, et elle est quand même pénalisée financièrement pour l'avoir vécue.

◆ VOLET 1 — L'ABONDEMENT EMPLOYEUR JUSQU'AU SALAIRE NET

L'indemnité journalière de la Sécurité sociale représente environ 84% du salaire net plafonné. La proposition impose à l'employeur de compléter jusqu'au salaire net intégral — sans plafond. Ce mécanisme existe déjà dans la convention collective Syntec pour les arrêts maladie au-delà d'un an d'ancienneté : l'employeur complète l'indemnité Sécu jusqu'au maintien du salaire net. La même logique, appliquée à la maternité, ne crée pas de nouveau dispositif — elle étend un mécanisme éprouvé.

◆ VOLET 2 — LES COTISATIONS RETRAITE PAYÉES PAR LA NATION

Les cotisations retraite de base sont partiellement couvertes pendant le congé maternité via la CNAV. Mais les cotisations au régime complémentaire (AGIRC-ARRCO) et dans les régimes spéciaux ne le sont pas, ou insuffisamment. La proposition étend la prise en charge nationale à l'intégralité des cotisations retraite — base et complémentaire — pendant toute la durée du congé. La justification est économique autant que morale : nourrir un enfant les premiers mois est un travail éducatif dont la société bénéficie. Ce travail mérite une rétribution en droits, pas un trou dans la retraite.

◆ VOLET 3 — L'ANCIENNETÉ ET LA PROGRESSION SALARIALE MAINTENUES

La période de maternité est comptabilisée intégralement comme période d'ancienneté. Aucun gel de la progression salariale. Aucune évaluation manquée qui crée un décalage avec les collègues. La femme revient exactement à l'échelon où elle serait si elle n'avait pas eu d'enfant. Ce n'est pas un avantage — c'est la neutralisation d'un désavantage structurel.

◆ NASSIHA — LE MODÈLE SYNTEC COMME PRÉCÉDENT JURIDIQUE

La Syntec prévoit le maintien du salaire net pour les arrêts maladie au-delà d'un an d'ancienneté. Ce précédent démontre que l'abondement employeur jusqu'au salaire complet est juridiquement et économiquement viable dans le secteur numérique et les services intellectuels — précisément les secteurs où les SRE exercent. Étendre ce mécanisme à la maternité ne demande pas d'inventer un droit nouveau. Il demande de l'appliquer à une situation que la Syntec n'a pas explicitement traitée.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · QUI EST CONCERNÉ

TÉLÉTRAVAILLABLES ET NON-TÉLÉTRAVAILLABLES

La proposition s'adresse à deux populations distinctes selon la nature du poste. Leur traitement est différent dans sa mécanique, identique dans ses droits.

◆ POPULATION 1 — LES POSTES TÉLÉTRAVAILLABLES

Tout poste exercé à distance pendant la crise COVID de 2020-2021 est présumé télétravaillable. Ce précédent est objectif, documenté, et non contestable : si l'employeur a prouvé pendant 18 mois que le poste fonctionnait à distance, il ne peut plus prétendre que ce même poste ne peut pas être exercé depuis le domicile pendant une maternité. La charge de la preuve contraire appartient à l'employeur — pas à la salariée. Pour cette population, le mécanisme complet s'applique : récupération biologique, puis maintien du lien optionnel à 1-2h/jour à l'initiative de la femme.

◆ POPULATION 2 — LES POSTES NON-TÉLÉTRAVAILLABLES

Pour les femmes dont le poste ne peut objectivement pas être exercé à distance — infirmière, caissière, opératrice en production — le maintien du lien via 1-2 heures quotidiennes n'est pas applicable dans sa forme professionnelle. Elles bénéficient des mêmes droits financiers par solidarité nationale : salaire net complet maintenu, cotisations retraite intégrales payées par la Nation, ancienneté et progression salariale maintenues. Sans contrepartie de présence — c'est un droit, pas un échange.

◆ LE FINANCEMENT DES NON-TÉLÉTRAVAILLABLES : UN FONDS DE BRANCHE

Le surcoût de la protection intégrale pour les postes non-télétravaillables — la différence entre l'indemnité Sécu et le salaire net complet — est financé par un fonds mutualisé alimenté par les conventions collectives de chaque branche. Ce mécanisme de mutualisation est structurellement proche des fonds de prévoyance déjà existants dans la plupart des conventions. Le nombre de naissances par branche est prévisible, le coût est calculable, et le volume n'est pas systémique : c'est un événement ponctuel par femme, pas une charge permanente. Les fonds de prévoyance existants absorbent des risques bien plus volatils.

HUMAN

◆ NASSIHA — LA SOLIDARITÉ N'EST PAS UNE FAVEUR

Financer les droits maternité des postes non-télétravaillables n'est pas un geste de générosité — c'est la reconnaissance que la reproduction est un travail social collectif, pas une décision individuelle privée dont les coûts doivent être supportés par celle qui l'accomplit. La même logique qui justifie les allocations familiales justifie la protection intégrale des droits de carrière pendant la maternité.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE ÇA RÉSOUT DANS L'ÉQUIPE

LE SAVOIR QUI NE PART PAS

La proposition résout simultanément les deux problèmes identifiés en section 1 — et la résolution du second est la conséquence directe du maintien du lien, pas un objectif distinct à atteindre par d'autres moyens.

◆ LE SAVOIR TECHNIQUE QUI NE QUITTE PAS L'ÉQUIPE

Une SRE qui maintient 1 à 2 heures de contact quotidien avec son équipe reste au courant des incidents, des décisions d'architecture, des évolutions de l'infrastructure. Elle n'est pas disponible pour les astreintes, les interventions d'urgence, les réunions longues. Mais elle est joignable pour une question précise que personne d'autre dans l'équipe ne peut résoudre. Cette disponibilité partielle et à son initiative suffit à maintenir vivant le savoir tacite qu'elle seule possède — ces connaissances non documentées qui font la différence entre une panne résolue en 12 minutes et une nuit d'incident.

◆ LA TRANSMISSION NATURELLE SANS DOCUMENTATION FORCÉE

L'alternative actuelle à l'absence est la "passation de poste" — documenter en quelques semaines avant le départ ce que la SRE sait depuis des années. Cette documentation est toujours incomplète parce que le savoir tacite ne se documente pas entièrement. Le maintien du lien ne demande pas de documentation — il maintient la source vivante. La connaissance reste disponible dans la personne qui la détient, sans qu'on ait eu à la figer artificiellement dans un document que personne ne retrouvera au bon moment.

◆ L'ANTI-DÉGRADATION PAR CONCEPTION — DÉMONSTRATION

Une femme qui a suivi les réorganisations de son équipe pendant sa maternité ne revient pas dans un environnement inconnu. Elle connaît les nouvelles têtes, les nouveaux rôles, les nouvelles directions techniques. Elle sait que le service X a été migré, que l'équipe Y a fusionné avec Z, que le projet qui démarrait quand elle est partie est maintenant en production. Elle n'a pas à rattraper — elle était là, à intensité réduite, mais là.

Un employeur qui voudrait dégrader ce profil au retour se heurterait à une réalité simple : cette femme est plus à jour que beaucoup de ses collègues qui étaient en vacances, en formation, ou en mission à l'étranger pendant les mêmes semaines. La dégradation n'a plus d'argument technique à invoquer.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION COMPLÈTE

TROIS PHASES, ZÉRO RUPTURE

◆ PHASE 1 — RÉCUPÉRATION BIOLOGIQUE (DURÉE FIXÉE PAR LA FEMME)

Contenu : repos complet, contact professionnel interdit sauf initiative de la salariée.

Statut : identique à un congé classique — l'employeur n'a aucun accès, aucune attente.

Financement : indemnité Sécu + abondement employeur jusqu'au salaire net intégral (modèle Syntec étendu) + cotisations retraite base et complémentaire payées par la Nation + ancienneté et progression salariale maintenues.

Hard limit : toute tentative de contact professionnel par l'employeur pendant cette phase est une infraction passible de sanctions — charge inversée sur l'employeur.

◆ PHASE 2 — MAINTIEN DU LIEN (À L'INITIATIVE DE LA FEMME)

Contenu : 1 à 2 heures par jour, décidées par la femme, décidées chaque jour. Écoute d'un Teams, suivi d'une réorganisation, question ponctuelle. Pas de livrable, pas d'objectif, pas d'évaluation.

Statut : optionnel, initié exclusivement par la salariée. L'employeur ne peut ni demander, ni espérer, ni tenir compte de la présence ou de l'absence lors de ces heures dans toute évaluation ultérieure.

Financement : les heures effectuées sont rémunérées au prorata du salaire horaire, en complément des droits maternité — pas en substitution.

◆ PHASE 3 — RETOUR PROGRESSIF NATUREL

Contenu : augmentation progressive du temps de présence à l'initiative de la femme, jusqu'au retour complet.

Statut : pas de date imposée, pas de seuil minimum. La femme construit son propre ramp-up.

Garantie : le poste, la classification, le salaire et l'équipe sont identiques à ceux du départ. La femme n'a rien à rattraper parce qu'elle n'a jamais quitté.

◆◆◆

Nourrir le futur SRE est un travail. La société en bénéficie. Elle doit le rémunérer — en droits, en protection, et en continuité de carrière pour celle qui l'accomplit.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA DÉSAMPUTATION À LA SOURCE

Arduino, Professeurs et Budgets Mutualisés

Intervenir Avant que l'Amputation ne se Produise

◆ LA THÈSE DE CETTE ÉTUDE

Toutes les autres études du corpus interviennent sur des adultes déjà formés, déjà mal nommés, déjà exclus. Cette étude intervient avant. L'amputation documentée dans "L'Amputation Invisible" a un point d'origine : la classe de 5e, l'enfant de 12 ans qui n'a jamais vu une machine obéir à ses instructions. Ce point est accessible — sans budget public, sans institution nouvelle, sans attendre l'État. Il faut un professeur, un kit Arduino à 35€, et la décision collective de quelques collègues de mettre 10€ par mois dans une caisse commune.

ÂGE CIBLE	KIT ARDUINO	WATERMARK
11-15	**35€**	**HUMAN**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

HUMAN

I

SECTION I · LE MOMENT DE LA BIFURCATION — POURQUOI LE COLLÈGE

À 12 ANS, PAS À 23 ANS — LE MOMENT OÙ L'AMPUTATION COMMENCE

L'amputation des femmes du corps infrastructure ne commence pas au recrutement. Elle ne commence pas à l'université. Elle commence dans une classe de 5e, quand un enfant de 12 ans décide — souvent sans en avoir conscience — que les machines et les circuits ne sont pas pour lui. Ou pour elle. Ce moment de bifurcation est silencieux, invisible, et décisif. Il est aussi accessible à une intervention qui ne coûte presque rien.

◆ CE QUE LE CERVEAU DE 12 ANS FAIT QUE LE CERVEAU DE 23 ANS NE FAIT PLUS

Entre 10 et 15 ans, le cerveau est dans une phase de plasticité maximale pour les apprentissages par la manipulation physique. Un enfant qui touche un objet, qui le fait fonctionner, qui comprend pourquoi il fonctionne par essais et erreurs — cet enfant encode un rapport au monde physique que l'adulte ne peut plus encoder avec la même profondeur. Ce n'est pas de la nostalgie pédagogique — c'est de la neurologie. L'ingénieur infrastructure qui sait "entendre" une anomalie dans le bruit des ventilateurs a souvent développé ce sens par un contact précoce avec des machines physiques — un père mécanicien, un grand-père électricien, un professeur de technologie qui démontait des appareils. Quand ce contact n'a pas eu lieu, la couche physique reste abstraite à vie. Elle peut être apprise plus tard — mais avec plus d'effort et moins de profondeur.

◆ LE MOMENT EXACT OÙ L'AMPUTATION SE DÉCIDE

L'amputation ne se décide pas par un acte volontaire. Elle se décide par une absence : pas de matériel en classe de technologie (les kits sont cassés ou jamais commandés), pas de projet qui fait faire quelque chose de physique, pas d'adulte qui dit explicitement "toi aussi tu peux faire fonctionner ça". Dans ce vide, les stéréotypes remplissent l'espace — les garçons occupent le matériel disponible, les filles s'orientent vers ce qui reste. Le vide pédagogique est le premier mécanisme d'amputation.

◆ NASSIHA — LA DÉSAMPUTATION À LA SOURCE N'EST PAS UNE POLITIQUE DE DIVERSITÉ

Ce n'est pas un programme de sensibilisation. Ce n'est pas un "girls who code" institutionnel. C'est simplement un professeur qui apporte du matériel physique en classe et structure l'activité pour que chaque élève — fille ou garçon — ait un moment seul face à la machine. Ce moment seul, répété, est la désamputation.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · L'ARDUINO COMME OBJET FONDATEUR

35€ · PHYSIQUE ET PROGRAMMABLE SIMULTANÉMENT · LA LED QUI CHANGE TOUT

L'Arduino n'est pas un jouet. Ce n'est pas non plus un outil professionnel. C'est quelque chose de plus rare : un objet qui dit à l'enfant que ses instructions en langage humain peuvent faire bouger le monde physique. Une LED qui clignote au rythme qu'il a programmé est une révélation — pas un gadget. C'est la preuve que le code n'est pas de la magie abstraite : c'est de l'électricité contrôlée par la pensée.

◆ POURQUOI L'ARDUINO — ET PAS SCRATCH, PAS PYTHON, PAS UN SIMULATEUR

Scratch et Python sur ordinateur sont des outils précieux — mais ils restent dans l'écran. L'enfant comprend la logique, pas le substrat. L'Arduino ajoute la dimension physique : le code sort de l'ordinateur et entre dans le monde. La LED s'allume. Le moteur tourne. Le capteur de température lit la chaleur de la main.

Ce saut — de l'écran au monde — est exactement le saut que le corpus défend depuis le début : "le métal précède le code". L'Arduino au collège est la première mise en pratique de cette thèse. L'enfant qui a vécu ce saut à 12 ans comprend plus tard, beaucoup plus facilement, pourquoi le bare-metal n'est pas une technologie dépassée — c'est le substrat de tout.

◆ CE QU'UN KIT ARDUINO STARTER À 35€ PERMET DE FAIRE EN CLASSE

Séance 1 — La LED : allumer et éteindre une LED par programme. Comprendre le circuit électrique, la résistance, le courant. Le professeur de physique explique le circuit. Le professeur de mathématiques explique la condition if/else. L'élève exécute.

Séance 2 — Le rythme : faire clignoter la LED à un rythme programmé (délais, boucles). Introduction à la boucle for et while. Le maths dit la logique. La physique dit l'électricité. La techno dit le câblage.

Séance 3 — Le capteur : lire la température ambiante avec un capteur, afficher sur le moniteur série. Introduction aux variables et aux entrées. L'élève comprend que la machine "voit" le monde physique.

Séance 4 — Le projet : système d'alarme si la température dépasse un seuil, LED rouge qui s'allume. Premier projet complet : capteur + condition + action. Autonomie complète de l'élève sur la réalisation.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE BUDGET MUTUALISÉ — LA MÉCANIQUE CONCRÈTE

10€ PAR MOIS PAR PROFESSEUR · 2 400€ PAR AN · UNE VRAIE CLASSE DE ROBOTIQUE

Le problème du matériel en classe n'est pas l'absence de budget public — c'est l'absence d'initiative collective. Un professeur seul ne peut pas financer régulièrement du matériel pédagogique. Vingt professeurs qui mettent chacun 10€ par mois créent une caisse de 200€/mois — 2 400€ par an. C'est une vraie classe de robotique, financée par les professeurs eux-mêmes, disponible sans demander un centime à l'État.

◆ CE QUE 2 400€/AN ACHÈTE — INVENTAIRE COMPLET

Kits Arduino Starter (20 kits à 35€) : 700€ — une salle de 20 élèves, chaque élève a son kit. Investissement unique, matériel réutilisable 5 ans minimum.

Composants supplémentaires : 300€ — capteurs (température, lumière, mouvement), servomoteurs, écrans LCD, modules Bluetooth. Élargit les projets possibles au fil des séances.

Câbles, breadboards, résistances : 100€ — consommables à renouveler chaque année.

Raspberry Pi (5 unités à 80€) : 400€ — pour les élèves avancés, projets plus complexes (serveur web sur Raspberry Pi, caméra de surveillance, domotique). Introduction au système Linux.

Imprimante 3D filament (1 unité) : 300€ — pour imprimer les boîtiers des projets. Le projet ne reste pas sur breadboard — il a un corps physique.

Réserve : 600€ — pour les années suivantes, les remplacements, les nouvelles idées. La caisse mutualisée s'accumule.

◆ LA MÉCANIQUE DE LA CAISSE — SIMPLE ET ROBUSTE

Compte commun ouvert au nom de l'association des parents d'élèves (APEL/FCPE) ou de l'association pédagogique de l'établissement. Virement mensuel automatique de chaque professeur participant. Décisions d'achat votées en réunion mensuelle de 20 minutes. Comptabilité transparente partagée sur un tableur commun. Pas de structure juridique à créer — l'association des parents existe déjà dans chaque établissement. Ce n'est pas de la bureaucratie : c'est un virement mensuel et un tableur.

◆ POURQUOI LE BUDGET MUTUALISÉ — ET PAS UN APPEL À PROJET

Cette proposition n'est pas un contournement — c'est une décision de souveraineté pédagogique. Un appel à projet académique prend 6 à 18 mois. Un dossier de subvention demande des rapports, des justificatifs, des bilans. Une décision ministérielle met des années à descendre dans les classes. Pendant ce temps, les enfants grandissent et la bifurcation se produit sans intervention.

Le budget mutualisé dit : nous n'attendons personne. Nous n'avons rien à demander. Nous décidons entre nous, nous finançons entre nous, nous agissons maintenant. Ce n'est pas de l'impatience — c'est de la responsabilité.

L'association des parents d'élèves comme levier naturel : les parents ont un intérêt direct dans l'éducation de leurs enfants. Ils peuvent compléter le budget des professeurs — une contribution volontaire de 5€ par famille sur 50 familles ajoute 250€ au budget, sans aucun formalisme administratif. L'APE qui finance du matériel de robotique pour ses enfants n'est pas une APE qui organise un kermesse — c'est une APE qui investit dans la désamputation à la source.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE PONT DISCIPLINES — MATHÉMATIQUES, PHYSIQUE, TECHNOLOGIE

TROIS PROFESSEURS AUTOUR D'UN OBJET — CE QU'AUCUN SEUL NE PEUT DONNER

La clé n'est pas le matériel — c'est la coordination entre disciplines. Un Arduino sans pont disciplinaire est un gadget qui impressionne deux semaines puis s'oublie. Avec le pont entre mathématiques, physique et technologie, c'est une révélation durable : l'élève comprend que les abstrations qu'il apprend le matin s'exécutent dans le monde physique l'après-midi. Ce lien est ce que le corpus appelle "le métal précède le code" — vu à l'envers : le code vivifie le métal.

◆ LE PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES — L'ALGORITHME SANS MATÉRIEL

Le professeur de mathématiques n'a pas besoin d'Arduino pour contribuer. Il introduit l'algorithme sur papier — en langage humain, pas en code. "Si la température est supérieure à 25°C, allume la LED rouge. Sinon, allume la LED verte." C'est une condition. "Répète cette vérification 10 fois par seconde." C'est une boucle. "Crée une variable température qui stocke la valeur du capteur." C'est une variable.

Ces concepts — condition, boucle, variable, fonction — sont des concepts mathématiques que le professeur de maths peut introduire naturellement dans ses cours, avec des exemples concrets tirés de l'activité Arduino. L'algorithme sur papier est la traduction en langue humaine de ce que le code fait en langage machine. Ce travail de traduction est le travail du professeur de maths — sans aucun équipement.

◆ LE PROFESSEUR DE PHYSIQUE / TECHNOLOGIE — LA CHAIR DU CODE

Le professeur de physique apporte deux choses. La compréhension du circuit électrique — courant, tension, résistance, LED, capteur. L'élève qui comprend pourquoi une résistance est nécessaire avant la LED comprend quelque chose sur l'électricité que le code ne lui dira jamais. Et la connexion entre le code et le monde physique — "quand tu écris digitalWrite(13, HIGH) dans ton programme, tu envoies du courant dans cette broche, qui traverse cette résistance, qui alimente cette LED". La causalité physique du code.

HUMAIN

◆ LE PROFESSEUR AUTODIDACTE — LE MAÂLLEM DU COLLÈGE

Le professeur autodidacte — de n'importe quelle discipline — qui a appris l'Arduino sur YouTube un dimanche après-midi est le Maâllem dont le corpus parle. Il n'a pas besoin d'une certification Arduino. Il n'a pas besoin d'être expert. Il a besoin d'avoir une séance d'avance sur ses élèves et d'être honnête là-dessus : "Je découvre avec vous, on va chercher ensemble." Cette posture est plus puissante pédagogiquement qu'un expert distant.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA DÉSAMPUTATION DES FILLES — LE MÉCANISME ACTIF

CE QUE LE PROFESSEUR FAIT — OU NE FAIT PAS — QUI CHANGE TOUT

Les filles ne se désintéressent pas de la robotique parce qu'elles n'ont pas les capacités. Elles se désintéressent parce que personne ne les a explicitement invitées — et que dans le vide de cette invitation, les stéréotypes ambiants ont rempli l'espace. Le professeur qui active le mécanisme de désamputation n'a pas besoin de faire un discours sur l'égalité. Il a besoin de faire deux choses concrètes.

◆ MÉCANISME 1 — LE MOMENT SEUL FACE À LA MACHINE

Dans une activité de groupe, les garçons tendent à prendre le clavier et l'Arduino. Les filles tendent à observer, noter, conseiller. Ce n'est pas de la mauvaise volonté de part et d'autre — c'est un pattern social qui se reproduit automatiquement si on ne l'interrompt pas.

L'interruption minimale : chaque élève a un moment seul face au kit. Pas en groupe. Seul. Il doit connecter une LED, charger le programme, vérifier que ça fonctionne. Ce moment seul est la désamputation. La fille qui a fait clignoter une LED seule, de ses propres mains, sans aide, a une expérience que rien ne peut lui enlever. Elle a prouvé à elle-même qu'elle peut faire fonctionner une machine.

◆ MÉCANISME 2 — L'INVITATION EXPLICITE ET RÉPÉTÉE

L'invitation implicite ne suffit pas. "Tout le monde peut participer" ne dit rien à une fille de 12 ans qui a déjà intégré que la robotique n'est pas pour elle. L'invitation doit être explicite et répétée : "Je veux que tu essaies ça — pas lui à ta place, toi." Ce n'est pas de la discrimination positive. C'est de la pédagogie de rattrapage d'un déséquilibre qui s'est installé avant même que l'élève entre dans la classe.

◆ LA BASE SCIENTIFIQUE — CE QUE LA PSYCHOLOGIE DIT DU SENTIMENT DE FABRICATION

Ce sentiment de satisfaction n'est pas subjectif — il est documenté scientifiquement par trois phénomènes distincts.

L'Effet IKEA (Norton, Mochon & Ariely, 2012 — Journal of Consumer Psychology) : Quatre études sur des sujets assemblant des boîtes IKEA, pliant des origamis, construisant des Legos démontrent que les individus valorisent leurs créations personnelles aussi haut que celles d'experts — même quand elles sont objectivesment moins bien réalisées. L'effort de fabrication produit un attachement émotionnel à l'objet créé. Cet effet ne s'applique qu'aux tâches menées à leur terme : si la création est détruite avant la fin, la satisfaction disparaît. C'est pourquoi le projet doit aller jusqu'à l'objet fini — la pièce gravée, l'impression sortie, le déplacement de la machine.

L'Effet de Self-Création (Brunneder & Dholakia, 2018 — Marketing Letters) : Sept études en situation réelle et en laboratoire montrent que quand une personne fabrique elle-même un produit, elle l'apprécie davantage, le consomme plus consciemment, et ressent un bien-être général et spécifique au domaine supérieur. Cet effet est amplifié par la conscience de soi — l'élève qui sait qu'il a fabriqué quelque chose de ses mains développe une estime de lui-même que la consommation passive ne produit pas.

Le Maker Movement et le bien-être subjectif (Journal of Happiness Studies, 2017) : Une étude sur 465 étudiants montre que l'identité "maker" — se percevoir comme quelqu'un qui fabrique des choses — est un prédicteur significatif du bien-être subjectif. Les activités de fabrication (couture, cuisine, bricolage, électronique) produisent un sentiment d'accomplissement et de compétence qui se transfère à d'autres domaines de la vie.

Ce que cela signifie pour l'élève : quand la fille de 13 ans voit son prénom apparaître sur un morceau de bois gravé par le laser qu'elle a programmé, elle ne ressent pas simplement de la fierté — elle ressent un attachement neurologique à sa propre compétence. Ce sentiment, une fois ancré, ne disparaît pas. Il devient la base d'une curiosité durable pour le monde physique.

◆ CE QUE LES DONNÉES DISENT SUR L'EFFET À LONG TERME

Les études sur les programmes de robotique scolaire mixtes montrent que les filles qui ont eu un contact structuré avec de la robotique physique au collège choisissent des filières technologiques au lycée à un taux deux à trois fois supérieur à celles qui ne l'ont pas eu. L'effet n'est pas immédiat — il est différé de deux à quatre ans. Le professeur qui met un Arduino entre les mains d'une fille de 12 ans voit le résultat en terminale, pas le lendemain.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · L'ÉCOSYSTÈME QUI EXISTE DÉJÀ — PAS BESOIN D'INVENTER

TOUT CE QU'IL FAUT EST DÉJÀ LÀ — IL FAUT JUSTE LE TROUVER

Le professeur qui veut démarrer n'a pas besoin de créer quoi que ce soit. Il a besoin de trouver ce qui existe et de s'en emparer. L'écosystème Arduino pédagogique est riche, documenté, et largement gratuit. La barrière n'est pas le manque de ressources — c'est le manque de temps pour les trouver. Cette section les centralise.

◆ RESSOURCES GRATUITES DISPONIBLES AUJOURD'HUI

Arduino Project Hub (projecthub.arduino.cc) : des milliers de projets documentés, du niveau débutant au niveau avancé. Chaque projet inclut le code, le schéma de câblage et les explications. Le professeur choisit un projet adapté à son niveau et à son programme — et il a tout ce qu'il faut.

Arduino France (arduino.cc/fr) : documentation officielle en français, tutoriels pas à pas, références de toutes les fonctions. Gratuit, maintenu, traduit.

Instructables (instructables.com) : projets collaboratifs documentés par leur créateur. Souvent plus créatifs et plus contextualisés que la documentation officielle.

YouTube — chaînes francophones : "Technologie & Collège", "Robotique éducative", "Arduino débutant". Des centaines de vidéos de 10-20 minutes qui expliquent chaque composant, chaque concept, chaque projet. Le professeur autodidacte y apprend en deux heures ce qu'il enseignera en deux mois.

Fablabs et makerspaces locaux : dans la plupart des villes moyennes et grandes, il existe un fablab ou un makerspace qui prête du matériel, organise des ateliers, et accueille des classes. Souvent gratuit pour les établissements scolaires sur demande.

◆ LES PROFESSEURS QUI ONT DÉJÀ FAIT ÇA

Des centaines de professeurs de collège et lycée en France ont déjà mis en place des activités Arduino — souvent seuls, souvent sur leurs fonds propres, souvent sans soutien de l'administration. Leurs retours d'expérience sont sur les forums académiques, sur les groupes Facebook de professeurs de technologie, sur des blogs personnels. Ces expériences existent — elles sont juste peu visibles. Chercher "Arduino collège retour expérience professeur" donne des dizaines de témoignages concrets.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA CHAÎNE COMPLÈTE — DE L'ARDUINO À LA SOUVERAINETÉ TECHNIQUE

L'ENFANT QUI FAIT CLIGNOTER UNE LED À 12 ANS EST LE SRE BARE-METAL DE 2035

Le corpus Opération Dindon a documenté une chaîne de conséquences qui part du cloud et descend jusqu'à la pénurie de compétences bare-metal, jusqu'au départ des seniors, jusqu'à l'absence des femmes. Cette étude remonte la chaîne jusqu'à son point le plus amont — la classe de 5e. Et elle montre que chaque maillon de cette chaîne est accessible, dans les deux sens.

◆ LA CHAÎNE CAUSALE COMPLÈTE

Arduino au collège (12 ans) : premier contact physique avec une machine obéissante. Curiosité installée. Peur de la machine levée. Filles et garçons à égalité face au kit.

Option technologique au lycée (15-18 ans) : l'élève qui a touché un Arduino choisit plus facilement une filière scientifique ou technologique. La porte est ouverte parce qu'elle a déjà été franchie.

BTS / IUT / Licence Pro infrastructure (18-20 ans) : le Socle du Fer proposé dans le corpus. Électricité, réseaux physiques, systèmes, Kubernetes. La base bare-metal que le corps infrastructure a besoin.

Entrée dans le corps (20-23 ans) : avec la nomenclature proposée — SysOps N2/N3. Un titre clair, des critères objectifs, une progression documentée. Une porte lisible que la fille qui a fait de l'Arduino à 12 ans peut franchir sans réseau informel.

Principal SRE (30-35 ans) : avec la Primauté Technique, l'Uniforme du Corps, la Syntec Élastique — un corps protégé, visible, avec autorité de décision. La souveraineté technique est complète.

SRE Senior Transmetteur (40+ ans) : mentoring formalisé, rotation encadrée, transmission du savoir tacite. Le cycle recommence — et la fille de 12 ans qui a fait clignoter une LED est maintenant la maître(sse) qui fait clignoter la LED d'une autre fille de 12 ans.

La souveraineté technique ne commence pas dans un datacenter.
Elle commence dans une salle de classe de 5e,
quand un professeur sort un Arduino de son sac
et dit : "Allons-y."

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GUIDE PÉDAGOGIQUE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE SOCLE ANTI-AMPUTATION

Le Minimum pour que l'Amputation ne se Produise Pas

Un Fil Conducteur pour Professeurs qui Décident d'Agir

◆ CE QUE CE DOCUMENT N'EST PAS

Ce document **n'est pas un programme officiel**. Il n'est pas soumis à validation académique. Il ne requiert aucune autorisation de l'inspection, de la direction, ni du ministère. C'est une suggestion de séquence logique pour des professeurs de mathématiques, physique et technologie qui décident d'agir contre l'amputation sans attendre que quelqu'un leur dise de le faire. Il est applicable dès demain, avec le matériel disponible dans la plupart des établissements, pour un budget additionnel nul ou quasi-nul.

NIVEAUX	HEURES/AN	AUTORISATION	WATERMARK
6E→T	**<8H**	**AUCUNE REQUISE**	**HUMAN**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

HUMAN

PHILOSOPHIE · CE QUE CE SOCLE VEUT PRODUIRE

PAS FORMER — ANCRER. PAS UN PROGRAMME — UN FIL.

L'objectif de ce socle n'est pas de former des ingénieurs. Ce n'est pas de certifier des compétences. Ce n'est pas de remplir un référentiel. C'est de déposer, dans la mémoire de chaque élève entre 11 et 18 ans, une image mentale suffisamment précise et concrète pour que vingt ans plus tard, quand l'occasion se présentera, il ou elle puisse dire : "je sais ce que c'est, j'ai déjà touché ça."

◆ LA RÈGLE DES 56 HEURES SUR 7 ANS

Ce socle représente moins de 8 heures par an — moins d'une heure par mois. Ce n'est pas une charge. C'est une intention. L'intention de ne pas laisser passer 7 ans sans qu'un élève ait touché une machine, écrit une ligne de code qui a fait bouger quelque chose dans le monde physique, ou tenu dans ses mains un objet qu'il a fabriqué lui-même. Ces 56 heures ne remplacent pas les cours officiels — elles les complètent avec des moments concrets qui ancrent ce que les cours abstraits disent sans l'incarner.

◆ APPLICABLE DEMAIN — LES CONDITIONS MINIMALES

Pour la Phase 1 (6e-5e, substrat théorique) : zéro matériel supplémentaire. Un tableau, du papier, des stylos. Les analogies eau-électricité ne nécessitent aucun équipement. Le prof de physique peut intégrer ces exemples dans ses cours existants sans modifier son programme officiel.

Pour la Phase 2 (4e-3e, premier contact) : un kit Arduino Starter (25€ sur Amazon, livré en 24h) suffit pour un groupe de 4 élèves. 4 kits = 100€. Une caisse mutualisée de 5 professeurs à 2€/mois couvre ça en 10 mois.

Pour la Phase 3 (Lycée, fabrication) : le laser graveur (150€), la CNC3018 (180€) et l'Ender-3 (250€) sont les seuls investissements matériels. Tous les logiciels sont gratuits. Budget total Phase 3 : 580€ — une sortie scolaire annulée.

◆ LA SÉQUENCE LOGIQUE — POURQUOI L'ORDRE COMPTE

On n'attaque pas l'Arduino sans avoir vu le courant. On n'attaque pas la CNC sans avoir vu le moteur. On n'attaque pas l'impression 3D sans avoir vu le repère XYZ. La séquence de ce socle est construite pour que chaque moment s'appuie sur le précédent — comme des briques qui s'emboîtent. Un élève qui arrive en 4e sans avoir vu les notions de courant et de résistance en 6e peut quand même faire l'Arduino — mais il comprendra moins bien pourquoi on met une résistance avant la LED. La séquence n'est pas obligatoire. Elle est recommandée parce qu'elle est logique.

HUMAN

PHASE 1 6e – 5e	PHASE 2 4e – 3e	PHASE 3 Seconde – Terminale
Substrat théorique Électricité · Maths Aucun matériel	Premier contact Arduino · Laser · CNC Dès 25€	Fabrication · Construction CAO · Impression 3D Dès 580€

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

COMPRENDRE AVANT DE TOUCHER — LE PROF DE PHYSIQUE ET LE PROF DE MATHS

◆ 6e T1 — LE COURANT ÉLECTRIQUE (2h PHYSIQUE · MATÉRIEL : TABLEAU + CRAIE)

L'ANALOGIE EAU — LE MODÈLE QUI FONCTIONNE : un tuyau = un fil · la pression = la tension (Volt) · le débit = le courant (Ampère) · un rétrécissement = une résistance (Ohm) · un robinet = un interrupteur. Loi d'Ohm sans formule d'abord : "si tu réduis le tuyau, moins d'eau passe." Puis avec : U = R × I.

CE QUE L'ÉLÈVE EMPORTE : une image mentale de l'électricité comme quelque chose qui coule et qu'on peut contrôler.

APPLICABLE DEMAIN : aucun matériel. Juste le schéma au tableau.

◆ 6e T2 — LA LED ET LA RÉSISTANCE (1h PHYSIQUE + 1h MATHS · MATÉRIEL : SCHÉMA PAPIER)

PHYSIQUE : la LED = une ampoule avec une direction. Polarité anode/cathode. Tension de seuil : LED rouge ~2V, bleue ~3.3V. Sans résistance, elle brûle — "brancher un tuyau de jardin sur une conduite haute pression, il éclate." Calcul résistance : R = (Vali - VLED) / ILED. Exemple : pile 9V + LED rouge → R = (9-2)/0.02 = 350Ω → on prend 330Ω.

MATHS : proportions, ratios, puissances de 10. 1mA = 0,001A. Code couleur résistance (bandes = chiffres).

CE QUE L'ÉLÈVE EMPORTE : une LED s'allume parce que quelqu'un a calculé la résistance. Pas de magie.

◆ 6e T3 — SÉRIE ET PARALLÈLE (2h PHYSIQUE · MATÉRIEL : SCHÉMA PAPIER)

En série : même courant, tensions additionnées. En parallèle : même tension, courants additionnés. Analogie eau : tuyaux en série = un seul chemin ; en parallèle = plusieurs chemins. TP papier : dessiner un circuit 3 LEDs en série, calculer la résistance.

◆ 5e T1 — LE MOTEUR (2h PHYSIQUE · MATÉRIEL : TABLEAU)

Courant dans une bobine = champ magnétique. Champ magnétique + aimant fixe = rotation (moteur DC). Plusieurs bobines en séquence = rotation précise (moteur pas-à-pas). "200 pas = 1 tour. La vis fait avancer de 2mm/tour. 200 pas = 2mm précis." Lien CNC : chaque axe XYZ a un moteur pas-à-pas.

CE QUE L'ÉLÈVE EMPORTE : une machine CNC, c'est trois moteurs qui suivent des coordonnées.

◆ 5e T2 — LE SIGNAL NUMÉRIQUE (1h MATHS + 1h PHYSIQUE · MATÉRIEL : TABLEAU)

MATHS : base binaire. 0 ou 1. 1 octet = 8 bits = 256 valeurs. Pourquoi 0-255 pour la luminosité d'une LED.

PHYSIQUE : 5V = 1, 0V = 0. Signal PWM : allumer/éteindre 1000×/seconde → l'œil voit 50% de luminosité. Lien Arduino : analogWrite(pin, 127) = 50%.

◆ 5e T3 — LE REPÈRE XYZ (1h MATHS · MATÉRIEL : PAPIER MILLIMÉTRÉ)

Repère 2D → 3D. Un point (25, 30, -2) : fraise à 25mm à droite, 30mm en avant, 2mm en profondeur. G-code G1 X25 Y30 Z-2 F800. TP : tracer un carré 50×50mm sur papier millimétré en coordonnées. Écrire les coordonnées des 4 coins.

CE QUE L'ÉLÈVE EMPORTE : les coordonnées du cours de maths existent dans la matière.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TOUCHER POUR COMPRENDRE — LE PROF DE TECHNO

◆ 4E T1 — ARDUINO : PREMIER CONTACT (3H TECHNO · MATÉRIEL : KIT ARDUINO STARTER 25€)

COURS 1H : anatomie de l'Arduino Uno. Le microcontrôleur ATmega328 = le cerveau. Broches numériques D0-D13 (0V ou 5V). Broches analogiques A0-A5 (0 à 1023). setup() s'exécute une fois, loop() se répète. Premier programme : Blink (fourni, 6 lignes).
INSTALLATION IDE ARDUINO (30MIN) : arduino.cc/downloads → installer → brancher → téléverser Blink → la LED L13 clignote.
TP 1H30 — LA LED QUI CLIGNOTE : chaque élève SEUL câble : Arduino + résistance 330Ω + LED sur breadboard. Charge Blink. Modifie les délais. Question : que se passe-t-il sans résistance ? (Lien Phase 1 : la LED brûle.)
APPLICABLE DEMAIN : kit Arduino Starter = 25€/4 élèves. IDE Arduino = gratuit.

◆ 4E T2 — ARDUINO : CAPTEURS (3H TECHNO · MATÉRIEL : CAPTEUR TEMPÉRATURE LM35 ~2€)

COURS 30MIN : le capteur traduit une grandeur physique en tension. LM35 : 10mV/°C. 25°C = 250mV = 51 sur 1023 (analogRead). Formule : T = (analogRead(A0) × 5.0 / 1023.0) × 100.
TP 2H30 : câbler Arduino + LM35 + LED rouge. Programme : lire T, afficher sur moniteur série, allumer LED si T > 30°C. Poser la main sur le capteur → T monte → LED s'allume. Chaque élève écrit son programme à partir du squelette fourni.

◆ 4E T3 — ARDUINO : MOTEUR (2H TECHNO · MATÉRIEL : DRIVER L298N ~3€ + MOTEUR DC ~2€)

COURS 30MIN : le driver = amplificateur de courant. Arduino max 40mA/broche → moteur consomme 300-500mA → driver obligatoire. Lien Phase 1 : "votre CNC a trois de ces montages, un par axe."
TP 1H30 : câbler Arduino + L298N + moteur DC. Programme : sens 1 → stop → sens 2 → varier vitesse avec PWM.

◆ 3E T1 — LASER GRAVEUR (3H TECHNO · MATÉRIEL : LASER GRAVEUR ~150€)

COURS 1H : diode laser. Puissance (W) et vitesse (mm/min) : lent = plus profond. Matériaux : bois, carton, cuir, ardoise. Interdits : PVC, polycarbonate.
LOGICIEL LASERGRBL (30MIN) : gratuit, importer SVG, régler puissance/vitesse, simuler.
TP 1H30 — LE PORTE-NOM : Inkscape (gratuit) → prénom → SVG → LaserGRBL → graver sur bois. Objet à ramener à la maison. OBLIGATOIRE.

HUMAN

◆ SÉCURITÉ LASER — CARÉNAGE OBLIGATOIRE AVANT UTILISATION

Le laser graveur expose les utilisateurs au rayonnement direct et diffus. Les lunettes seules ne suffisent pas à protéger les personnes présentes dans la salle. Un carénage est obligatoire. Il est construit par les élèves de Terminale comme premier TP de l'année — avant la construction de la CNC. Ce carénage est un projet d'ingénierie de sécurité industrielle qui produit un équipement de protection réel.
COMPOSANTS DU CARÉNAGE DIY (BUDGET TOTAL : 80€) :
· Boîte MDF 6mm découpée et assemblée : 15€ — le carénage physique
· Plaque filtrante laser OD4+ 200×300mm (orange/rouge) : 20€ — le hublot de visualisation. Bloque le rayonnement direct et diffus de la diode (445nm) tout en laissant passer la lumière visible. L'opérateur voit la machine travailler sans risque. Se découpe au cutter, se fixe avec charnières sur le panneau avant.
· Fin de course magnétique NC (Normally Closed) : 2€ — câblé en série sur l'alimentation laser. Si le capot s'ouvre, le circuit se coupe automatiquement. Aucun rayonnement possible capot ouvert.
· Extracteur de fumée 80mm USB : 35€ — évacuation des fumées de combustion vers l'extérieur ou vers le filtre.
· Filtre à charbon actif : 8€ — fixé à la sortie de l'extracteur, capture les COV et particules fines.
CE CARÉNAGE PROTÈGE LÉGALEMENT LE PROFESSEUR. Un accident avec laser non caréné engage la responsabilité personnelle de l'enseignant. Avec carénage documenté et fin de course, la responsabilité est couverte par le cadre normal de l'atelier technologique.

◆ 3E T2 — CNC3018 TROIS MODES (3H TECHNO) + 3E T3 — IMPRIMANTE 3D (3H TECHNO)

CNC3018 : même G-code → laser brûle / fraise creuse / stylo trace. TP : fraiser un carré 30×30mm en bois tendre, 4 passes Z-0.5mm. "Votre XYZ du cours de maths existe dans la matière."
IMPRIMANTE 3D : FDM = filament fondu couche par couche. PLA à 200°C. Cura (gratuit) : ouvrir STL, modifier couche/infill, estimer temps. TP : Tinkercad (web, gratuit) → personnaliser porte-stylo → Cura → imprimer. Pendant l'impression : retour sur les réglages.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CONSTRUIRE POUR COMPRENDRE — LE CHEF-D'ŒUVRE ANNUEL

◆ SECONDE — CAO ET IMPRESSION 3D (8H RÉPARTIES · LOGICIEL : FREECAD GRATUIT + CURA GRATUIT)

T1 (2H) — FREECAD : modélisation paramétrique. Modéliser un support téléphone avec 3 cotes modifiables. Exporter STL.

T2 (2H) — CURA AVANCÉ : orientation optimale, éviter les supports, calculer le coût matière (densité × volume × prix/kg).

T3 (2H) — POST-TRAITEMENT : retirer les supports, poncer, peindre.

T4 (2H) — PROJET LIBRE : l'élève propose, conçoit et imprime un objet utile. Contraintes : une cote paramétrique, pas de support, infill < 30%.

◆ PREMIÈRE — CNC ET GRAVURE AVANCÉE (8H RÉPARTIES · LOGICIEL : INKSCAPE + LASERGRBL GRATUITS)

T1 (2H) — INKSCAPE AVANCÉ : bitmap vs vecteur. Motif géométrique répétitif. Export DXF pour CNC, SVG pour laser.

T2 (2H) — PHOTO SUR BOIS : conversion en niveaux de gris, dithering, gravure photo personnelle sur contreplaqué bouleau.

T3 (2H) — USINAGE ALUMINIUM : paramètres de coupe, vitesse broche × diamètre fraise = vitesse de coupe.

T4 (2H) — ASSEMBLAGE MIXTE : boîtier CNC + face laser + clips 3D. Tolérance d'assemblage : prévoir 0.2mm de jeu.

◆ TERMINALE — CONSTRUCTION D'UNE MACHINE OPEN SOURCE (12H RÉPARTIES)

Groupe de 4 à 6 élèves. Une CNC ou imprimante 3D open source construite sur l'année. La machine reste dans l'établissement après la promotion.

T1 (3H) — ARCHITECTURE : lire la doc MPCNC ou Voron. Identifier chaque composant. Commander les pièces. Imprimer les pièces plastiques sur l'Ender-3 de l'établissement.

T2 (3H) — MÉCANIQUE : monter le châssis, installer roulements et vis à billes. Comprendre pourquoi le jeu mécanique dégrade la précision.

T3 (3H) — ÉLECTRONIQUE ET FIRMWARE : câbler drivers A4988, carte RAMPS. Configurer Marlin : steps/mm, courant moteur. Premier home : la machine trouve son zéro.

T0 (3H — PREMIER TP, SEPTEMBRE) — CONSTRUCTION DU CARÉNAGE LASER : avant tout autre projet, les élèves construisent le carénage de la machine laser. Boîte MDF, plaque filtrante OD4+ (hublot orange), fin de course magnétique NC câblée sur l'alimentation, extracteur + filtre charbon. Ce TP est une introduction à l'ingénierie de sécurité industrielle. La machine laser n'est utilisée dans l'établissement qu'une fois ce carénage opérationnel et testé.

T1 (3H) — ARCHITECTURE : lire la doc MPCNC ou Voron. Identifier chaque composant. Commander les pièces. Imprimer les pièces plastiques sur l'Ender-3 de l'établissement.

T2 (3H) — MÉCANIQUE : monter le châssis, installer roulements et vis à billes. Comprendre pourquoi le jeu mécanique dégrade la précision.

T3 (3H) — ÉLECTRONIQUE ET FIRMWARE : câbler drivers A4988, carte RAMPS. Configurer Marlin : steps/mm, courant moteur. Premier home : la machine trouve son zéro.

T4 (3H) — CALIBRATION ET CHEF-D'ŒUVRE : cube de calibration 20×20×20mm, mesure au pied à coulisse, ajustement steps/mm. Pièce finale. Présentation devant les autres élèves.

T5 — LE RUNBOOK MACHINE (2H — OBLIGATOIRE) : avant la fin de l'année scolaire, les élèves rédigent collectivement le Runbook de maintenance de chaque machine construite ou utilisée dans l'établissement. Ce document contient : procédure de démarrage, procédure de calibration, pannes courantes et solutions, contacts en cas de problème matériel, date de la dernière maintenance. Le Runbook est imprimé, plastifié, et accroché à côté de chaque machine. Il est mis à jour par chaque promotion suivante — premier acte de transmission institutionnelle. Le socle anti-amputation ne dépend pas du dévouement d'un seul professeur. Il dépend de la documentation collective.

CE QUE L'ÉLÈVE QUI A CONSTRUIT UNE CNC COMPREND : les 7 années de socle anti-amputation condensées en un objet — le code contrôle l'électricité qui contrôle les moteurs qui suivent les coordonnées XYZ qui transforment la matière.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RÉCAPITULATIF · VUE D'ENSEMBLE · FIL CONDUCTEUR

56 HEURES SUR 7 ANS · MOINS D'UNE HEURE PAR MOIS

NIVEAU	HEURES	DISCIPLINES	CE QU'ON TOUCHE	BUDGET ADDITIONNEL
6e	6h	Physique + Maths	Rien — théorie pure	0€
5e	5h	Physique + Maths	Rien — théorie pure	0€
4e	8h	Techno	Arduino + breadboard	25€/4 élèves
3e	9h	Techno	Laser + CNC3018 + Ender-3	580€ (une fois)
Seconde	8h	Techno	FreeCAD + Ender-3	0€ (déjà là)
Première	8h	Techno	Inkscape + Laser + CNC	0€ (déjà là)
Terminale	12h	Techno	Construction CNC open source	200€ kit + pièces
TOTAL	56h	3 disciplines	De la théorie au chef-d'œuvre	~805€ sur 7 ans

◆ CE QUE 885€ SUR 7 ANS REPRÉSENTE

885€ sur 7 ans (805€ matériel + 80€ sécurité laser) = 126€/an = 10,50€/mois pour 12 professeurs = moins d'un déjeuner par mois par professeur. Ce n'est pas un budget — c'est une décision. Et les logiciels (IDE Arduino, Inkscape, FreeCAD, Cura, LaserGRBL, GRBL) sont tous gratuits et open source.

◆ LA CONVENTION APE → EPLE — FAIRE ENTRER LES MACHINES LÉGALEMENT

Les machines achetées par la caisse mutualisée doivent entrer dans l'inventaire officiel de l'établissement pour être assurées et légalement utilisées. Le mécanisme : **DON DE L'APE À L'EPLE PAR DÉLIBÉRATION DE CONSEIL D'ADMINISTRATION.**

PROCÉDURE EN DEUX ÉTAPES :

1. L'APE vote en assemblée générale : *"L'association décide de faire don à l'EPLE [nom] des équipements suivants : [liste machines + valeur], acquis sur fonds propres de l'association à des fins éducatives."*
2. Le CA de l'EPLE vote l'acceptation du don lors de sa prochaine séance ordinaire. Une fois voté, le chef d'établissement signe l'acte d'acceptation, les machines entrent à l'inventaire, et sont couvertes par l'assurance de la collectivité.

DÉLAI RÉEL : deux réunions (APE + CA). Aucune procédure de marchés publics pour les dons. Aucun budget supplémentaire de l'établissement. Le principal peut inscrire ce point à l'ordre du jour du CA à la première séance suivant le vote APE.

◆ LE CORPS ÉDUCATIF COMME ACTEUR COLLECTIF — LE PRINCIPAL COMME MEMBRE DU CORPS

Ce socle ne fonctionne pas si chaque professeur agit seul dans son coin. Il fonctionne si le corps éducatif agit en corps. Cela signifie concrètement :

LES PROFESSEURS DE MATHS, PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE rédigent une demande collégiale au chef d'établissement — signée par tous — demandant son soutien actif pour : inscrire la convention APE→EPLE à l'ordre du jour du CA, contacter la collectivité territoriale pour un éventuel financement complémentaire du carénage, et reconnaître officiellement le socle anti-amputation comme initiative pédagogique de l'établissement.

LE PRINCIPAL FAIT PARTIE DU CORPS ÉDUCATIF. Il a la même responsabilité dans la désamputation que le professeur de physique. Une demande collégiale documentée, signée par plusieurs professeurs, l'engage différemment qu'une demande individuelle — elle est plus difficile à ignorer, plus simple à défendre devant la hiérarchie, et protège tout le monde. Le principal qui accélère les procédures légales devient co-auteur du socle. Le principal qui bloque une demande collégiale documentée prend personnellement la responsabilité de l'inaction.

LES AUTRES PROFESSEURS — d'histoire, de français, d'arts plastiques, de langues — peuvent soutenir la démarche sans en être les porteurs. Leur signature sur la demande collégiale dit : l'ensemble du corps éducatif de cet établissement s'est prononcé pour que l'amputation ne se produise pas ici.

◆◆◆

Ce socle ne demande pas la permission.
Il demande une décision — celle de ne pas laisser passer 7 ans
sans qu'un élève ait tenu dans ses mains un objet qu'il a fabriqué.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0
HUMAN

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE VI

LES PERSONNES

10 pièces

HUMAN

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE PAGER ET LE CORPS

Ce que l'astreinte permanente détruit en silence

◆ CONTEXTE

Cette étude prolonge "L'Économie du Silence" (l'uptime comme seule métrique SRE) et "Le Départ du Dernier Qui Sait" (mécanisme 4 — le burn-out par accumulation). Elle traite de ce que l'astreinte permanente fait au corps et à la cognition sur la durée — une réalité documentée par la médecine du travail, ignorée par l'industrie de l'infrastructure. Ce document n'est pas une plainte. C'est une analyse de risque appliquée à la ressource humaine.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

HUMAN

I

SECTION I · CE QUE L'ASTREINTE FAIT AU CORPS

LE RÉVEIL À 3H ET SES CONSÉQUENCES PHYSIOLOGIQUES

Le pager sonne à 3h du matin. L'ingénieur se réveille brutalement, cortisol en pic, rythme cardiaque à 100. Il ouvre son terminal, analyse les alertes, prend des décisions sur un système en production. Ce scénario est normal dans le secteur de l'infrastructure. Il est documenté par la médecine du travail comme l'un des perturbateurs du cycle circadien les plus agressifs connus — au même titre que le travail de nuit en rotation, la garde hospitalière, et le travail posté.

◆ LA DÉGRADATION COGNITIVE NOCTURNE — CE QUE LA SCIENCE DIT

Les études en médecine du travail et en neurosciences sont convergentes : les capacités cognitives entre 2h et 6h du matin sont réduites de façon significative — temps de réaction allongé, capacité de raisonnement complexe diminuée, mémoire de travail réduite, tendance à la fixation sur des solutions incorrectes. Un incident géré à 3h par un ingénieur réveillé brutalement est statistiquement plus susceptible de produire une erreur humaine, une décision sous-optimale, ou une escalade inutile qu'un incident identique géré en journée.

◆ CE QUE LE SECTEUR REFUSE DE MESURER

L'industrie de l'infrastructure mesure le MTTR (Mean Time to Repair) — le temps moyen de résolution d'un incident. Elle ne mesure pas la corrélation entre l'heure de déclenchement de l'incident et la qualité de la résolution. Elle ne mesure pas le nombre d'incidents qui dégénèrent parce qu'une décision à 3h du matin a aggravé le problème initial. Elle ne mesure pas le coût des erreurs humaines nocturnes. Ce coût est réel. Il est simplement invisible dans les tableaux de bord de performance opérationnelle.

◆ NASSIHA — CE N'EST PAS UNE CRITIQUE DE L'ASTREINTE

L'astreinte est une nécessité opérationnelle dans les environnements de production critique. Cette étude n'appelle pas à sa suppression. Elle appelle à sa reconnaissance comme risque opérationnel et à sa gestion comme telle — avec les mêmes outils d'analyse et de mitigation qu'on appliquerait à tout autre risque sur l'infrastructure.

HUMAN

2

SECTION 2 · L'ACCUMULATION SILENCIEUSE

LE BURN-OUT N'EST PAS UN ÉVÉNEMENT — C'EST UNE ACCUMULATION

Le burn-out en infrastructure ne ressemble pas à un moment de rupture soudaine. Il ressemble à une usure progressive, invisible, que ni l'ingénieur ni son manager ne voit venir parce qu'elle se produit sous le seuil de détection des indicateurs habituels. L'ingénieur continue de répondre aux alertes, de gérer les incidents, de livrer. Il le fait avec des ressources cognitives et émotionnelles de plus en plus réduites — mais il le fait, et cette capacité à continuer masque la dégradation en cours.

◆ LES TROIS STADES DOCUMENTÉS

Stade 1 — La compensation active : l'ingénieur compense la fatigue par l'effort conscient. Il fait plus attention, vérifie deux fois, documente mieux pour compenser les trous de mémoire qu'il commence à sentir. Ce stade est invisible de l'extérieur — il surperformera les indicateurs.

Stade 2 — La désengagement progressif : la compensation devient trop coûteuse. L'ingénieur commence à faire le minimum nécessaire — pas par paresse, mais pour préserver les ressources qui restent. La qualité de son travail se dégrade légèrement. Il commence à éviter les tâches complexes.

Stade 3 — L'effondrement : l'accumulation atteint un seuil. L'ingénieur s'arrête — arrêt maladie, démission, ou — le scénario le plus dangereux pour l'organisation — il reste mais n'est plus vraiment là.

◆ L'ASTREINTE COMME AMPLIFICATEUR

L'astreinte n'est pas la seule cause du burn-out en infrastructure. Mais elle est un amplificateur puissant de toutes les autres causes — charge de travail excessive, manque de reconnaissance, perte de sens, conflits organisationnels. Un ingénieur déjà sous pression qui cumule des nuits d'astreinte accélère sa progression vers le stade 3. La fréquence des astreintes est un indicateur de risque burn-out aussi fiable que n'importe quel questionnaire de bien-être au travail.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · CE QUE LE SECTEUR NE MESURE PAS

LES MÉTRIQUES MANQUANTES

L'industrie de l'infrastructure a développé des métriques sophistiquées pour mesurer la santé de ses systèmes — SLA, MTTR, MTTD, taux d'erreur, latence. Elle n'a pas développé de métriques équivalentes pour mesurer la santé des ingénieurs qui maintiennent ces systèmes. Cette asymétrie est révélatrice : l'organisation sait mesurer ce qui lui coûte directement (le downtime, les incidents) mais pas ce qui lui coûtera demain (l'usure des équipes).

◆ LES MÉTRIQUES QUI DEVRAIENT EXISTER

— Fréquence d'astreinte par ingénieur et par mois (nombre de nuits et de weekends d'astreinte)
— Nombre d'alertes nocturnes reçues par ingénieur (pas seulement les incidents traités)
— Délai moyen de récupération après une nuit d'astreinte (combien d'heures avant de reprendre le travail normal)
— Taux de rotation sur les postes en astreinte (un taux élevé est un signal précoce de burn-out)
— Corrélation entre incidents gérés de nuit et erreurs humaines documentées dans les post-mortems

Aucune de ces métriques n'est standard dans le secteur. Certaines existent dans les organisations les plus matures. La majorité ne les calcule pas.

◆ LE LIEN AVEC "L'ÉCONOMIE DU SILENCE"

"L'Économie du Silence" a documenté que l'uptime est la seule métrique qui compte dans de nombreuses organisations d'infrastructure — que tout ce qui n'est pas visible dans le tableau de bord de disponibilité est invisible. L'usure des ingénieurs est le cas d'école de cette invisibilité : elle ne génère pas d'alerte dans les outils de monitoring. Elle génère une démission six mois plus tard, ou un incident majeur dont personne ne comprendra la cause réelle.

◆ NASSIHA — LES MÉTRIQUES NE SUFFISENT PAS

Mesurer la fréquence d'astreinte est nécessaire mais pas suffisant. Une organisation qui mesure et ne change rien produit des données sans valeur. La mesure n'a de sens que si elle est couplée à des seuils d'action définis à l'avance — au-delà de X nuits d'astreinte par mois, la rotation est obligatoire ; au-delà de Y alertes nocturnes par semaine, le système d'alerting est revu.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA CULTURE QUI AGGRAVE

L'HÉROÏSME OPÉRATIONNEL COMME NORME TOXIQUE

Le secteur de l'infrastructure a développé une culture de l'héroïsme opérationnel — la valorisation implicite de l'ingénieur qui gère l'incident à 3h du matin sans se plaindre, qui répond toujours présent, qui "tient" quoi qu'il arrive. Cette culture est compréhensible dans son origine : les systèmes critiques demandent des personnes fiables. Elle est toxique dans ses effets : elle punit implicitement ceux qui posent des limites et récompense ceux qui s'usent sans le dire.

◆ COMMENT L'HÉROÏSME MASQUE LES PROBLÈMES STRUCTURELS

Un ingénieur héroïque qui absorbe une charge d'astreinte excessive rend le problème invisible à son manager. Le système tourne. Les incidents sont résolus. Les métriques sont bonnes. La structure sous-jacente — trop peu d'ingénieurs, alerting trop sensible, architecture fragile — n'est jamais questionnée parce que l'héroïsme individuel en compense les défauts. Jusqu'à ce que l'ingénieur s'arrête.

◆ LE POST-MORTEM SANS BLAME — ET SES LIMITES

La culture SRE a introduit le post-mortem sans blame — l'analyse des incidents sans désigner de coupable individuel, en cherchant les causes systémiques. C'est une avancée réelle. Mais le post-mortem sans blame porte sur les incidents techniques. Il ne porte pas sur les incidents humains — le burn-out, la démission d'un expert, l'erreur d'un ingénieur épuisé. Ces événements sont rarement traités avec la même rigueur analytique que les pannes de serveur.

◆ CE QUE LA CULTURE SRE MATURE FAIT DIFFÉREMMENT

Les organisations SRE les plus matures — certaines équipes chez Google, Netflix, Stripe — ont commencé à traiter la charge d'astreinte comme un risque opérationnel au même titre que la dette technique. Elles fixent des seuils maximaux d'astreinte par ingénieur, rendent la rotation obligatoire, mesurent le volume d'alertes nocturnes et réduisent ce volume comme on réduit une dette technique. Ce n'est pas de la bienveillance — c'est de la gestion de risque.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LES LEVIERS

TRAITER L'ASTREINTE COMME UN RISQUE OPÉRATIONNEL

Les leviers qui suivent ne sont pas des mesures de bien-être au travail — ils sont des mesures de gestion de risque opérationnel. La distinction est importante : elle change le registre de la conversation, de la bienveillance à la fiabilité. Un ingénieur épuisé est un risque opérationnel au même titre qu'un serveur sans redondance.

◆ LEVIER 1 — LE SEUIL MAXIMUM D'ASTREINTE PAR INGÉNIEUR

Définir et respecter un nombre maximum de nuits d'astreinte par mois par ingénieur. Ce seuil n'est pas une préférence — c'est une limite opérationnelle, comme la limite de charge maximale d'un serveur. Si l'équipe ne permet pas de respecter ce seuil, c'est un signal de sous-dimensionnement qui doit déclencher un recrutement ou une réduction du périmètre d'astreinte.

◆ LEVIER 2 — RÉDUIRE LE VOLUME D'ALERTES NOCTURNES

La majorité des alertes nocturnes sont soit des faux positifs, soit des alertes sur des événements qui ne nécessitent pas d'intervention immédiate. Réduire ce volume est un travail d'ingénierie — révision des seuils d'alerting, suppression des alertes qui ne déclenchent jamais d'action, consolidation des alertes redondantes. Ce travail est systématiquement déprioritisé. Il devrait être traité comme une dette technique à rembourser activement.

◆ LEVIER 3 — LA COMPENSATION FINANCIÈRE ET TEMPORELLE RÉELLE

L'astreinte a un coût corporel et cognitif réel. Elle doit être compensée financièrement à un niveau qui reflète ce coût — pas symboliquement. Elle doit aussi ouvrir droit à du temps de récupération protégé le lendemain matin : un ingénieur réveillé à 3h ne peut pas être en réunion à 9h sans dégradation de ses performances. Cette récupération n'est pas un luxe — c'est le rechargement d'une ressource opérationnelle critique.

◆ LEVIER 4 — L'ARCHITECTURE COMME RÉDUCTEUR D'ASTREINTE

La meilleure réponse à l'astreinte excessive n'est pas organisationnelle — c'est architecturale. Des systèmes auto-réparants, des architectures résilientes, des basculements automatiques bien conçus réduisent le nombre d'incidents qui nécessitent une intervention humaine nocturne. Investir dans la résilience de l'architecture est l'investissement le plus direct dans la santé des équipes d'astreinte.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

RECONNAÎTRE L'INGÉNIEUR COMME INFRASTRUCTURE CRITIQUE

La proposition centrale de cette étude est simple : l'ingénieur d'astreinte est une composante de l'infrastructure aussi critique que les serveurs qu'il maintient. Il mérite le même niveau de surveillance, de redondance et de maintenance préventive que ces serveurs. Un serveur sans redondance est un risque inacceptable. Une équipe d'astreinte sans rotation est le même risque sur la ressource humaine.

◆ MESURE 1 — PUBLIER LES MÉTRIQUES D'ASTREINTE DANS LES BILANS SOCIAUX

Les entreprises de plus de 50 salariés produisent un bilan social annuel. Y intégrer les métriques d'astreinte — nombre moyen de nuits par ingénieur, volume d'alertes nocturnes, taux de rotation sur les postes en astreinte — rend visible ce qui est structurellement invisible. Cette transparence crée une pression de conformité que l'absence de mesure ne permet pas.

◆ MESURE 2 — TRAITER L'ASTREINTE DANS LES CONVENTIONS COLLECTIVES

La Syntec et les conventions collectives du numérique encadrent les heures supplémentaires, le forfait jours, le droit à la déconnexion. Elles n'encadrent pas spécifiquement l'astreinte nocturne récurrente en environnement de production critique. Une clause spécifique — seuil maximum, compensation minimum, temps de récupération garanti — dans les conventions du numérique est une mesure à portée de négociation sociale.

◆ MESURE 3 — INTÉGRER LA CHARGE D'ASTREINTE DANS LES CRITÈRES D'ÉVALUATION MANAGÉRIALE

Un manager évalué sur la disponibilité de ses systèmes mais pas sur la charge d'astreinte de son équipe a une incitation à sous-dimensionner les équipes et à surcharger les individus. Ajouter la charge d'astreinte comme critère d'évaluation managériale — au même niveau que les indicateurs techniques — change les incitations structurelles du management intermédiaire.

HUMAN

Le pager ne sonne pas dans le vide. Il sonne dans un corps. Ce corps a des limites. Les ignorer est un risque opérationnel — pas une preuve de résilience.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE DÎNER YÉMÉNITE

Ce qu'une soirée à 78€ fait que 2 000€ de séminaire ne fait pas

HUMAN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude sort du périmètre technique du corpus Opération Dindon pour traiter un angle managérial direct : la cohésion d'équipe en infrastructure. Elle part d'une observation de terrain en tant que Head of SRE — que la cohésion réelle d'une équipe ne se construit pas dans les séminaires corporate, mais dans les moments humains choisis avec soin. Elle illustre cette thèse par un programme de soirée concret, chiffré, reproductible.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE PROGRAMME

UNE SOIRÉE POUR 5 PERSONNES — CHAMPS-ÉLYSÉES, CHÂTELET

Le programme qui suit n'est pas une proposition théorique. C'est un programme qui a été exécuté, avec une équipe SRE de 5 personnes. Il est reproduit ici tel quel — avec les horaires, les lieux, le coût total — parce que la précision du concret est plus utile que la généralité d'un principe.

◆ LE PROGRAMME DE LA SOIRÉE

18H00 — Quitter les locaux de l'entreprise ensemble. Pas de voiture, pas de métro individuel. On part en groupe.

18H45 — Séance de bowling. Marché à pied depuis les locaux jusqu'au bowling — environ 45 minutes de marche à travers Paris. La marche n'est pas un trajet : c'est la première activité de la soirée.

20H30 — Dîner gastronomique dans un restaurant yéménite aux Champs-Élysées. Un choix délibéré — pas une brasserie formatée, pas un restaurant d'entreprise. Un lieu qui surprend, qui raconte quelque chose, qui ouvre une conversation autre que le travail.

21H00 — Déplacement vers Châtelet pour boire un verre. Un dernier moment informel, debout, avant la séparation.

22H00 — Chacun rentre chez soi. Content. Le mental frais.

COÛT TOTAL : 390€ TTC pour 5 personnes, nuit d'hôtel de l'auteur incluse.

COÛT PAR PERSONNE : 78€.

Le plat commun — l'équipe mange ensemble à la main, comme au Maroc · © Amine RAITI

◆ NASSIHA — CE QUI NE FIGURE PAS DANS LE BUDGET

390€ est le coût direct. Ce qui ne figure pas dans ce chiffre : aucun consultant en team building, aucune salle de séminaire, aucun badge de conférence, aucun coût de déplacement hors Paris, aucun lendemain difficile. Le coût réel d'un séminaire corporate de deux jours pour 5 personnes — déplacements, hôtel, prestataire, salle, repas — dépasse régulièrement 10 000€. Le ROI de la soirée, mesuré en qualité de cohésion produite par euro dépensé, n'est pas comparable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · POURQUOI ÇA MARCHE

TROIS MÉCANISMES QUE LE SÉMINAIRE NE REPRODUIT PAS

La soirée n'est pas efficace malgré son coût modeste. Elle est efficace en partie à cause de lui — parce que l'absence de surproduction corporate laisse la place aux mécanismes humains réels de création de lien. Trois d'entre eux sont à l'œuvre dans ce programme.

◆ MÉCANISME 1 — LA MARCHE DÉHIÉRARCHISE

45 minutes de marche à pied à travers Paris, en groupe, avant toute activité. Ce n'est pas un trajet — c'est la première conversation de la soirée. On parle autrement quand on marche côte à côte que quand on est assis en face à face dans une salle de réunion. La marche supprime le bureau, le badge, l'organigramme. Elle met tout le monde au même rythme, littéralement. Le Head of SRE et le junior marchent au même pas. La hiérarchie ne disparaît pas — elle se met en veille pour la soirée.

◆ MÉCANISME 2 — LE JEU RÉVÈLE ET LIBÈRE

Le bowling crée une compétition légère, sans enjeu professionnel, dans laquelle tout le monde peut briller ou rater sans conséquence. L'ingénieur le plus discret en réunion peut être le meilleur joueur. Le manager peut faire gutter ball sous les rires de toute l'équipe. Ces inversions momentanées de rôle sont précieuses : elles montrent des facettes de personnalité que le contexte professionnel masque, et elles créent des souvenirs communs — "tu te rappelles quand tu as fait strike sur le dernier coup" — qui tissent le tissu du groupe sur la durée.

◆ MÉCANISME 3 — LE CHOIX DU LIEU DIT QUELQUE CHOSE SUR LE MANAGER

Un restaurant yéménite aux Champs-Élysées n'est pas un choix neutre. Ce n'est pas la brasserie d'en face, pas le restaurant d'entreprise habituel. C'est un choix qui dit : je vous emmène quelque part que vous ne connaissez peut-être pas, dans une cuisine que vous n'avez peut-être jamais goûtée, dans un lieu qui raconte une culture et une histoire. Ce choix positionne le manager comme quelqu'un de curieux, d'ouvert, qui sort des sentiers battus — et cette image rejaillit sur l'équipe qui se reconnaît dans son manager.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA CLÔTURE À 22H

LE DÉTAIL QUI CHANGE TOUT

Il y a un élément du programme que la plupart des team buildings ne respectent pas et qui fait toute la différence : la soirée se termine à 22h. Chacun rentre chez soi content, le mental frais. Ce n'est pas une contrainte logistique — c'est une décision managériale délibérée.

◆ POURQUOI 22H ET PAS MINUIT

Une soirée d'équipe qui se prolonge au-delà d'un certain seuil produit des risques que le manager doit anticiper : la fatigue qui transforme la bonne humeur en irritabilité, l'alcool qui lève les inhibitions dans le mauvais sens, les sous-groupes qui se forment et excluent, les paroles qui dépassent la pensée et dont on se souvient le lendemain matin. "Finir sur une bonne note" n'est pas un cliché — c'est une technique. On se souvient de comment une soirée se termine, pas seulement de comment elle commence.

◆ "CONTENT ET LE MENTAL FRAIS" — CE QUE ÇA SIGNIFIE POUR L'ÉQUIPE

Le lendemain matin, tout le monde arrive au bureau avec le même souvenir partagé — une bonne soirée, sans incident, sans regret. Ce souvenir commun est un capital de confiance que l'équipe peut dépenser pendant les semaines qui suivent : pour aborder un sujet difficile avec moins de rigidité, pour faire confiance à un collègue sur un point qu'on n'aurait pas laissé passer avant, pour traverser un incident de production à 3h du matin avec la certitude qu'on se retrouvera de l'autre côté.

◆ LA COHÉSION N'EST PAS UN ÉTAT — C'EST UN INVESTISSEMENT RÉGULIER

Une seule soirée ne crée pas une cohésion d'équipe. Elle l'entretient, elle la renforce, elle lève les frictions accumulées. La cohésion est comme l'infrastructure : elle se dégrade si on ne l'entretient pas. Un dîner par trimestre — 78€ par personne, 4 fois par an — représente 312€ d'investissement annuel par personne dans la cohésion de l'équipe. Un incident de production mal géré parce que deux membres de l'équipe se font confiance à moitié coûte bien plus que ça en MTTR allongé, en décisions sous-optimales, en escalades inutiles.

◆ NASSIHA — LE MANAGER QUI RENTRE EN HÔTEL

La note du programme mentionne une nuit d'hôtel pour l'auteur — incluse dans les 390€. Ce détail dit quelque chose d'important : le manager habite assez loin pour avoir besoin d'un hôtel, mais il organise quand même la soirée à Paris pour son équipe. Ce n'est pas un sacrifice héroïque — c'est une priorité clairement affichée. L'équipe le voit. Elle le retient.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · CE QUE LE SÉMINAIRE NE FAIT PAS

LE PROBLÈME DE LA COHÉSION FORCÉE

Le séminaire corporate de team building est le reflex instinctif des organisations qui veulent améliorer la cohésion. Deux jours dans un hôtel avec un consultant, des exercices de confiance, des activités en groupe structurées, une présentation sur les styles de personnalité. Ce format existe parce qu'il est facturable, planifiable, et qu'il produit un compte-rendu. Ce n'est pas parce qu'il est efficace.

◆ LA COHÉSION FORCÉE PRODUIT SON CONTRAIRE

Mettre 10 personnes dans une salle de séminaire pendant deux jours avec pour objectif déclaré de "renforcer la cohésion d'équipe" crée une pression sociale qui inhibe précisément ce qu'elle cherche à produire. Les gens savent qu'ils sont censés se lier. Cette conscience produit une performance de lien plutôt qu'un lien réel. On joue le jeu des exercices. On participe aux ateliers. On rentre chez soi deux jours plus tard avec des souvenirs de séminaire, pas de souvenirs d'équipe.

◆ LE PROBLÈME DE L'ÉCHELLE DE TEMPS

Un séminaire annuel de deux jours représente 16 heures de "temps cohésion" sur 365 jours de travail. Soit 0,4% du temps de travail dédié à la relation entre les membres de l'équipe. Le reste — 99,6% — se passe dans des réunions, des incidents, des tickets, des deadlines. La cohésion construite en 16 heures intensives une fois par an n'est pas plus solide que celle qu'on entretient 4 heures par trimestre dans un cadre informel choisi avec soin.

◆ CE QUI CRÉE VRAIMENT DU LIEN

Les travaux en psychologie sociale sur la cohésion de groupe convergent sur quelques conditions nécessaires : le partage d'une expérience émotionnelle commune, la découverte mutuelle en dehors des rôles habituels, et le sentiment d'avoir été choisi plutôt que convoqué. La soirée — marche, bowling, dîner yéménite, verre à Châtelet — coche les trois cases. Le séminaire avec son agenda pré-formaté et sa liste de participants imposée n'en coche généralement aucune.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA COHÉSION DANS LES ÉQUIPES SRE

POURQUOI C'EST PLUS CRITIQUE EN INFRASTRUCTURE

La cohésion d'équipe est importante dans tous les contextes professionnels. Elle est critique en infrastructure. La raison est simple : les équipes SRE prennent des décisions en condition de stress maximal — à 3h du matin, avec un système en production qui est en train de tomber, avec des utilisateurs ou des clients qui attendent, avec un temps limité pour diagnostiquer et agir. Dans ces conditions, la qualité de la relation entre les membres de l'équipe n'est pas un confort — c'est une variable opérationnelle.

◆ LA CONFIANCE SOUS INCIDENT

Lors d'un incident majeur, deux dynamiques de confiance sont critiques. La confiance technique — "je sais que mon collègue sait ce qu'il fait" — et la confiance relationnelle — "je sais que mon collègue sera honnête sur ce qu'il ne sait pas". La seconde est plus difficile à construire que la première, et elle se construit précisément dans les moments hors travail. Un ingénieur qui a vu son manager faire gutter ball au bowling et en rire sait que ce manager peut reconnaître ses limites. Ce lien entre l'informel et le professionnel est réel et documenté.

◆ LES CONFLITS INTERNES QUI DISPARAISSENT

Les tensions dans une équipe infrastructure s'accumulent dans la routine — les tickets mal passés, les décisions d'architecture contestées, les astreintes inégalement réparties, les réunions qui débordent. Ces frictions sont normales. Elles deviennent toxiques quand elles n'ont pas de soupape. La soirée est la soupape. Non pas parce qu'elle efface les problèmes — mais parce qu'elle remet les personnes au premier plan et les problèmes au second. On ne résout pas les conflits autour d'un dîner yéménite. On se rappelle que les gens avec qui on travaille sont des gens, pas des nœuds dans un organigramme.

◆ NASSIHA — LA COHÉSION NE REMPLACE PAS LE MANAGEMENT

Une équipe qui sort ensemble une fois par trimestre mais dont les problèmes structurels ne sont pas traités — charge d'astreinte excessive, reconnaissance absente, direction floue — ne sera pas sauvée par le bowling. La cohésion est un multiplicateur : elle amplifie ce qui est déjà en place, en bien comme en mal. Une bonne équipe avec de la cohésion est excellente. Une équipe dysfonctionnelle avec de la cohésion est plus loyale dans son dysfonctionnement. La soirée ne remplace pas le management — elle le complète.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

LE PROTOCOLE DU DÎNER TRIMESTRIEL

La proposition de cette étude est concrète et reproductible. Elle ne nécessite pas de budget exceptionnel, pas de validation RH complexe, pas de consultant. Elle nécessite un manager qui décide que la cohésion de son équipe est une priorité opérationnelle et qui alloue 4 soirées par an pour l'entretenir.

◆ LES PRINCIPES DU FORMAT

Fréquence : une fois par trimestre. Assez souvent pour maintenir le lien, assez rare pour que la soirée reste un événement attendu.

Taille : idéalement 4 à 7 personnes. En dessous, l'effet groupe ne se produit pas. Au-dessus, les sous-groupes se forment naturellement et l'équipe ne vit pas l'expérience comme une unité.

Structure en trois temps : une activité physique ou ludique (bowling, karting, escape game, marche) — un dîner dans un lieu choisi avec soin, pas formaté — un moment informel court avant la séparation (un verre debout, pas une deuxième table de restaurant).

Clôture à heure fixe : 22h ou 23h maximum. Définir l'heure de fin avant de commencer. Finir sur une bonne note.

Budget cible : 60 à 100€ par personne selon la ville. Moins que ça, on lésine sur l'expérience. Plus que ça, on crée une obligation de réciprocité qui pèse sur ceux qui ont des contraintes financières.

Le choix du lieu est une déclaration : choisir un restaurant qui dit quelque chose — une cuisine découverte, un quartier inattendu, un endroit que le manager aime et veut partager. Pas le premier résultat TripAdvisor.

◆ CE QUE 312€ PAR PERSONNE ET PAR AN ACHÈTENT

Quatre soirées à 78€, c'est 312€ par personne par an. Pour ce budget, un manager achète : quatre soirées de 4 heures où son équipe se souvient qu'elle est une équipe. Des incidents de production gérés avec plus de fluidité parce que la confiance existe avant la crise. Des conflits qui se dissolvent parce que les gens se voient comme des personnes et non comme des rôles. Et un turnover réduit — parce qu'on ne quitte pas facilement une équipe avec laquelle on a des souvenirs.

HUMAIN

◆◆◆

Pour pas cher, on peut garder une cohésion d'équipe sans faille — là où les conflits internes disparaissent en faisant la fête. Le dîner yéménite aux Champs-Élysées le prouve à 78€ par personne.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE CORPS D'ABORD

Du hammam de Barbès au dîner de Belleville

La séquence neurochimique à 35€ par personne

HUMAN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude prolonge "Le Dîner Yéménite" et "Le Jeu en SRE" sur un angle nouveau : le rapprochement physique comme infrastructure de cohésion. Elle défend qu'une soirée hammam + marche libre + dîner de quartier produit une séquence neurochimique complète et documentée — pour 35€ par personne — que aucun séminaire corporate ne reproduit à ce prix ni à cette profondeur humaine.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Formateur depuis 2006 · De l'électricité à Kubernetes · Tous publics

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE PROGRAMME — CONCRET, CHIFFRÉ, REPRODUCTIBLE

BARBÈS 19H — BELLEVILLE 21H — CHACUN CHEZ SOI 23H

Ce programme n'est pas une proposition théorique. C'est un itinéraire réel, avec des adresses, des horaires et un budget. Sa force est dans sa précision et dans son accessibilité.

◆ LE PROGRAMME DE LA SOIRÉE — PARIS, EXEMPLE REPRODUCTIBLE

19H00 — Rendez-vous au hammam de Barbès. Le hammam de quartier est loué en entier pour l'équipe — 1 heure, 150 à 200€ pour 10 personnes. Pas de badge entreprise, pas de logo sur la serviette. Chaleur, vapeur, silence ou conversation au choix. Le corps sort de l'état de vigilance de production.

20H00 — Fin du hammam. Chacun repart par ses propres moyens vers Belleville — à pied seul, à pied en petit groupe spontané, en métro. L'itinéraire n'est pas imposé. La formation des sous-groupes de marche est naturelle, fondée sur les affinités du moment et non sur l'organigramme. La transition géographique Barbès → Belleville est la décompression progressive entre le corps reposé et le dîner.

21H00 — Point de rendez-vous communiqué à l'avance : restaurant asiatique de Belleville. Pas une réservation dans un restaurant d'entreprise. Un lieu choisi pour son caractère — la cuisine, le quartier, l'atmosphère. L'équipe se retrouve progressivement au fil des arrivées. Dîner, conversation informelle, plat partagé si la table s'y prête.

23H00 — Chacun rentre chez soi par ses propres moyens. Pas de van collectif, pas de débrief managérial, pas de prolongation obligatoire. Le signal donné est clair : la soirée était à vous, pas à l'entreprise.

◆ LE BUDGET — CE QUE ÇA COÛTE VRAIMENT

Pour une équipe de 10 personnes :

— Hammam loué en entier (1h) : 150 à 200€ · *soit 15 à 20€ par personne*

— Marche : 0€

— Dîner Belleville (asiatique, sans excès) : 15 à 25€ par personne

— **TOTAL : 300 À 450€ POUR 10 PERSONNES — 30 À 45€ PAR PERSONNE**

Comparaison : séminaire corporate deux jours pour 10 personnes = 8 000 à 15 000€. La soirée coûte 30 à 50 fois moins. Elle produit une séquence neurochimique que le séminaire ne reproduit pas.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA SÉQUENCE NEUROCHIMIQUE — LES QUATRE PHASES

CE QUI SE PASSE DANS LE CORPS ET DANS LE GROUPE

Le génie de ce programme est qu'il enchaîne quatre phases neurochimiquement distinctes, chacune documentée par la recherche en psychologie et en neurosciences, chacune préparant la suivante. Ce n'est pas une soirée — c'est une séquence de récupération et de lien construite sans le savoir.

◆ PHASE 1 — LE HAMMAM : CHUTE DU CORTISOL, MONTÉE DE L'OCYTOCINE

La chaleur du hammam active le système parasympathique — le "mode repos" du système nerveux autonome. Le cortisol chute. L'Université de Granada mène actuellement un essai clinique sur l'effet du hammam sur les marqueurs biophysiologiques du stress chronique, avec l'hypothèse que l'expérience produit une réponse favorable supérieure au simple repos. Le toucher thérapeutique du gommage — bien documenté en massage thérapeutique — déclenche une montée d'ocytocine et réduit l'ACTH, l'hormone qui stimule la production de cortisol. La Rapaport et al. (2012) ont établi une relation dose-réponse : des expositions répétées au massage abaissent durablement cortisol et vasopressine. Une heure de hammam partagé entre collègues produit le même signal de sécurité sociale que le contact affectif documenté dans la littérature sur la solitude et le lien : le corps signal à l'organisme qu'il n'est pas seul.

◆ PHASE 2 — LA MARCHE LIBRE : ENDORPHINES ET DÉTACHEMENT

La marche de 45 minutes à une heure de Barbès à Belleville n'est pas un trajet — c'est une transition. La marche produit des endorphines et abaisse le cortisol résiduel. La liberté du trajet — chacun choisit son chemin, son compagnon, son rythme — envoie un signal d'autonomie qui renforce la qualité de la récupération. Tomasello et Wolf (Max Planck / Duke, 2023) documentent que la marche ensemble est l'un des mécanismes de lien social uniques aux humains : le partage triadique d'expérience dans un espace physique commun crée un sentiment de proximité qui prépare la coopération future. Les sous-groupes qui se forment spontanément pendant la marche sont fondés sur les affinités réelles, pas sur l'organigramme — ce sont précisément les liens informels qui renforcent la cohésion opérationnelle.

◆ PHASE 3 — LE DÎNER : OCYTOCINE DU LIEN SOCIAL ET MÉMOIRE PARTAGÉE

Le repas partagé est documenté par la recherche en neurosciences comme contexte privilégié du lien social humain. Les conversations autour des repas échangent principalement des informations sur les personnes — activant les circuits du "social brain" de façon plus profonde que les réunions professionnelles. L'ocytocine produite par les interactions positives pendant le dîner réduit le cortisol et renforce la confiance — exactement le capital relationnel que l'équipe dépensera lors du prochain incident de production à 3h du matin.

◆ PHASE 4 — LE RETOUR AUTONOME : LE SIGNAL DE RESPECT

Chacun rentre chez soi par ses propres moyens, sans obligation de prolongation. Cette liberté finale est neurochimiquement importante : elle évite la fatigue de la soirée forcée qui transforme un souvenir positif en contrainte. Elle dit à chaque membre de l'équipe que leur temps personnel est respecté — signal de sécurité psychologique documenté par Edmondson comme condition de la haute performance collective.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · POURQUOI LE HAMMAM EST LE BON FORMAT

PAS LE SPA DE LUXE — LE HAMMAM DE QUARTIER

Le choix du hammam de quartier — pas le spa d'hôtel à 150€ l'entrée — est un choix philosophique autant qu'économique. Il dit quelque chose sur le manager qui l'organise et sur ce qu'il cherche à produire.

◆ CE QUE LE HAMMAM DE QUARTIER FAIT QUE LE SPA CORPORATE NE FAIT PAS

Le spa d'hôtel corporate est dans le monde du travail. Il a une réception avec badge, un menu de prestations plastifié, des serviettes brodées au logo. Il maintient subtilement le registre professionnel — l'environnement dit "vous êtes en déplacement d'affaires". Le hammam de quartier à Barbès est dans la ville. Il appartient à la culture populaire, au quartier, à une tradition centenaire. L'environnement dit "vous n'êtes plus au travail". Ce signal de rupture contextuelle est documenté en psychologie comme condition nécessaire à la vraie récupération — le cerveau ne se déconnecte du mode vigilance que quand l'environnement lui signale explicitement que ce mode n'est plus requis.

◆ LA DIMENSION CULTURELLE — LE HAMMAM COMME MAÂLLEM DU SOIN

Le hammam marocain ou turc est une institution sociale aussi ancienne que la médina. Il n'est pas conçu pour la performance ou la productivité — il est conçu pour la récupération collective, la socialisation et le soin. Partager un hammam avec ses collègues, c'est inviter l'équipe dans une culture du soin qui précède le monde du travail de plusieurs siècles. Ce déplacement temporel et culturel — comme le plat partagé du "Dîner Yéménite" — produit un niveau de déhiérarchisation que les formats corporate ne peuvent pas atteindre.

◆ LOUER EN ENTIER — LE DÉTAIL QUI CHANGE TOUT

Louer le hammam en entier pour une heure — 150 à 200€ pour 10 personnes — crée un espace privatif qui renforce la sécurité du groupe. Pas de regard extérieur. Pas de présence d'inconnus qui maintient une forme de vigilance sociale. L'équipe est entre elle, dans un espace délimité, avec une durée définie. Ces conditions sont exactement celles que les chercheurs identifient comme favorables à la production d'ocytocine et à la formation du lien : sécurité, familiarité, absence de compétition avec des étrangers.

HUMAN

◆ NASSIHA — CE N'EST PAS UN FORMAT POUR TOUS LES CONTEXTES

Le hammam suppose une certaine aisance avec la proximité physique et avec le corps. Dans une équipe qui ne se connaît pas encore bien, ou dans des contextes culturels où la nudité partielle est un sujet sensible, ce format peut ne pas être le bon premier choix. La règle est la même que pour le Nerf : participation volontaire, sans pression implicite. Le hammam est un format pour une équipe qui a déjà un niveau de confiance minimal — il approfondit ce lien, il ne le crée pas à partir de zéro.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA MARCHE LIBRE — LE MAILLON INVISIBLE

ENTRE LE HAMMAM ET LE DÎNER — LA TRANSITION QUI FAIT LE LIEN

La marche de Barbès à Belleville est le maillon que personne ne planifie et qui est pourtant le plus précieux de la soirée. Elle n'est pas dans le programme officiel — elle est dans l'espace entre le hammam et le dîner. Et c'est précisément dans cet espace non structuré que le lien le plus fort se construit.

◆ CE QUE LA MARCHE LIBRE PRODUIT QUE LA MARCHE GUIDÉE NE PRODUIT PAS

Une marche guidée — "rendez-vous à 20h15 devant le métro Barbès, on marche ensemble jusqu'à Belleville" — recréerait une structure de groupe qui maintient les dynamiques hiérarchiques et sociales habituelles. La liberté de trajet — chacun part quand il veut, avec qui il veut, par le chemin qu'il choisit — produit quelque chose de différent : la formation spontanée de sous-groupes d'affinité naturelle. Les deux collègues qui marchent ensemble parce qu'ils habitent dans la même direction, les trois qui s'arrêtent prendre un café en route, celui qui préfère marcher seul et arrive le dernier — tous ces choix sont respectés. Et cette liberté produit des conversations que la structure de groupe aurait empêchées.

◆ LA TRANSITION GÉOGRAPHIQUE COMME DÉCONNEXION

Passer physiquement de Barbès à Belleville, c'est traverser une partie de Paris qui n'appartient pas au monde du travail — ni aux quartiers d'affaires, ni aux zones de conférences et de restaurants corporate. Ce trajet dans la ville populaire, vivante, multiculturelle, est en soi une déconnexion de l'environnement professionnel. La psychologie environnementale documente que le changement d'environnement physique facilite le changement d'état mental. La marche dans Paris n'est pas un trajet — c'est une thérapie à ciel ouvert.

◆ LE POINT DE RENDEZ-VOUS COMMUNIQUÉ À L'AVANCE — LE DÉTAIL ORGANISATIONNEL

Communiquer l'adresse du restaurant à l'avance — par message, pas lors d'un brief collectif à la sortie du hammam — crée une liberté de trajet réelle. Chacun sait où aller. Chacun décide comment y aller et avec qui. L'organisation est minimale, la liberté est maximale. Ce format de "point de rendez-vous libre" est le même que celui des hasheurs — les coureurs qui se donnent un point d'arrivée et choisissent librement leur chemin. La liberté du trajet est la condition de la qualité de l'arrivée.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE CES FORMATS NE FONT PAS — ET CE QU'ILS FONT

LA COHÉSION PHYSIQUE N'EST PAS DE LA COHÉSION FORCÉE

Les formats documentés dans ce corpus — dîner yéménite, Nerf en open space, hammam + marche + dîner — partagent une caractéristique commune qui les distingue fondamentalement du team building corporate : ils ne prétendent pas construire de la cohésion. Ils créent les conditions neurochimiques et sociales dans lesquelles la cohésion se construit d'elle-même.

◆ LA THÉORIE DU "SOCIAL BUFFERING"

La recherche sur le "social buffering" — documentée chez les primates, les rongeurs et les humains — établit que la présence d'un partenaire social familier réduit les réponses physiologiques aux stresseurs. Ce mécanisme serait l'une des raisons évolutives de la formation des relations sociales. Traduit en termes d'équipe SRE : un ingénieur qui a partagé un hammam et un dîner avec ses collègues gère l'incident de production de façon physiologiquement différente de celui qui ne connaît ses collègues qu'en réunion. La familiarité physique réduit le cortisol de l'incident — pas parce qu'elle change la difficulté du problème, mais parce qu'elle change la perception de la sécurité dans laquelle le problème est résolu.

◆ L'OCYTOCINE COMME CAPITAL DE CONFIANCE OPÉRATIONNEL

Les interactions positives en face à face produisent de l'ocytocine qui réduit le cortisol et renforce la confiance. Ce capital de confiance n'est pas stocké dans une base de données RH — il est stocké dans le corps, dans les circuits neurologiques de la mémoire sociale. Une équipe qui a accumulé des soirées partagées a accumulé un capital d'ocytocine qui se dépense lors des moments de tension et de prise de décision collective. La personne dont on connaît le visage détendu au hammam est la même dont on fait confiance au jugement à 3h du matin pendant un incident.

◆ CE QUE CES FORMATS NE PRÉTENDENT PAS FAIRE

Ils ne résolvent pas les conflits structurels. Ils ne compensent pas un management défaillant. Ils ne remplacent pas des conditions de travail correctes. Comme pour le Nerf, ils sont des multiplicateurs — ils amplifient ce qui est déjà en place. Une équipe qui a des problèmes structurels et partage un hammam aura une équipe avec des problèmes structurels et des souvenirs de hammam. Le soin du corps est un complément au management, pas son substitut.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LE CORPS D'ABORD — PROTOCOLE TRIMESTRIEL ÉTENDU

En complément du dîner trimestriel documenté dans "Le Dîner Yéménite", la proposition de cette étude est d'ajouter un format annuel plus profond — le hammam + marche + dîner — qui produit une séquence neurochimique complète impossible à atteindre avec un seul format. Les deux formats sont complémentaires et non substituables.

◆ LE CALENDRIER PROPOSÉ SUR UN AN

Trimestre 1 : Dîner d'équipe simple — restaurant choisi avec soin, bowling ou marche en amont. Format léger, 78€/personne. Objectif : entretien du lien.

Trimestre 2 : Hammam + marche libre + dîner de quartier — le format complet de cette étude. 35€/personne. Objectif : récupération profonde et lien physique.

Trimestre 3 : Activité compétitive — karting, bowling, escape room, concert. Format énergétique, fiero, adrénaline. Objectif : activation et mémoire commune.

Trimestre 4 : Dîner de fin d'année — plus long, plus généreux. Bilan informel de l'année. Objectif : clôture et reconnaissance.

Budget annuel total par personne : 200 à 300€. Soit le coût d'une seule journée de séminaire corporate par personne — pour quatre soirées qui couvrent l'intégralité du spectre neurochimique de la cohésion.

◆ AUTRES FORMATS DU MÊME ESPRIT — AU-DELÀ DU HAMMAM

Le hammam est un format parmi d'autres dans la même logique "corps d'abord" :

— **Piscine louée** (une heure en dehors des horaires publics) → mêmes effets de décontraction et de déhiérarchisation, format estival

— **Séance de massage en groupe** (praticien qui se déplace dans les locaux) → moins de déplacement, efficace pour les équipes avec contraintes logistiques

— **Opéra ou concert** → émotion partagée collective, fiero de la grande salle, souvenir mémorable

— **Karting ou paintball** → adrénaline, fiero, compétition légère — même logique que le Nerf mais en format événementiel

La règle commune à tous ces formats : le corps vit quelque chose ensemble avant que la table ne réunisse les esprits.

HUMAN

35€ par personne. Un hammam loué en entier à Barbès. Une marche libre jusqu'à Belleville. Un dîner asiatique. Chacun rentre frais et rechargé. La neurochimie est la même que celle des séminaires à 2 000€ — le budget n'est pas là.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE CORPS QUI FABRIQUE

De la LED à la Matière

Arduino · Laser · CNC · Imprimante 3D dans l'Arsenal Éducatif

◆ POSITION DE CETTE ÉTUDE

Cette étude est la suite directe de "La Désamputation à la Source". L'Arduino au collège était le premier contact — le code qui contrôle un signal électrique. Cette étude propose le deuxième niveau : le code qui crée de la matière. Laser, CNC, imprimante 3D — trois machines, un seul continuum avec l'Arduino. Et un projet annuel : construire la machine elle-même, pour comprendre ce qu'elle est avant de la programmer.

MACHINES	ÂGE	BUDGET	WATERMARK
3	11-18 ANS	1 080€ SUR 2 400€	HUMAN

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

HUMAN

I

SECTION I · LA CHAÎNE CAUSALE COMPLÈTE

DE LA LED À LA MATIÈRE — UN SEUL CONTINUUM

"La Désamputation à la Source" a posé l'Arduino comme premier contact — le code qui contrôle un signal électrique, une LED qui clignote, un capteur qui lit la température. C'est le niveau 1. Cette étude propose le niveau 2 : le même Arduino, le même code, mais au lieu de contrôler une LED, il contrôle un moteur. Et ce moteur déplace un outil. Et cet outil transforme de la matière.

◆ LA CHAÎNE CAUSALE — ÉTAPE PAR ÉTAPE

ÉTAPE 1 — ARDUINO + LED (5E) : digitalWrite(13, HIGH) → courant → LED allumée. Le code contrôle l'électricité. L'élève comprend que ses instructions font quelque chose dans le monde physique.

ÉTAPE 2 — ARDUINO + MOTEUR PAS-À-PAS (4E) : stepper.step(200) → impulsions → 200 pas → rotation précise de 360°. Le code contrôle un déplacement mécanique. L'élève comprend que l'électricité peut être mise au service du mouvement.

ÉTAPE 3 — ARDUINO + AXE XYZ (3E) : G-code X25 Y30 → le moteur X avance de 25mm, le moteur Y avance de 30mm. Le code contrôle une position dans l'espace. L'élève comprend que les coordonnées mathématiques existent dans la matière.

ÉTAPE 4 — ARDUINO + OUTIL (SECONDE) : le laser grave, la fraise creuse, l'extrudeur dépose du filament. Le code crée de la matière. L'élève ne programme plus — il fabrique.

◆ CE QUE LA CHAÎNE DIT QUE L'ARDUINO SEUL NE DIT PAS

L'Arduino seul peut sembler abstrait — une LED qui clignote est impressionnante la première fois, puis moins. La chaîne complète répond à la question que les élèves posent toujours : "À quoi ça sert ?" L'Arduino qui pilote une CNC qui grave le prénom de l'élève sur un morceau de bois — cette question ne se pose plus. Le code a produit un objet réel. C'est la thèse fondatrice du corpus : *le métal précède le code*. Ces machines en sont la démonstration la plus physique.

◆ NASSIHA — L'ARDUINO N'EST PAS REMPLACÉ, IL EST PROMU

La CNC3018, l'imprimante 3D et le laser ne remplacent pas l'Arduino — ils l'utilisent. Le cerveau des trois machines est une carte Arduino ou dérivée (GRBL pour la CNC, Marlin pour l'imprimante 3D). L'élève qui a appris l'Arduino en 5e retrouve son architecture en Seconde quand il ouvre la carte de contrôle de la CNC. La continuité est totale.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LES TROIS MACHINES — CE QUE CHACUNE APPORTE

TROIS OUTILS · TROIS PORTES · UN SEUL G-CODE

MACHINE	CE QU'ELLE FAIT	PRIX	NIVEAU
Laser graveur 2D	Grave bois, cuir, carton, ardoise. Résultat immédiat, beau, personnel. Porte d'entrée idéale.	100-150€	4e / Seconde
CNC3018 (3 modes)	Laser + fraise CNC + stylo mécanographique. Même G-code, trois résultats. La machine pédagogique par excellence.	150-200€	3e / Lycée
Imprimante 3D (Ender-3)	Crée de la matière ex nihilo. Volume, gravité, tolérances, supports. La compréhension la plus profonde du lien code-objet.	200-300€	Première / Terminale

◆ LA CNC3018 — LA MACHINE PÉDAGOGIQUE PAR EXCELLENCE

La CNC3018 est la machine la plus riche pédagogiquement parce qu'elle a trois modes sur le même châssis — laser, fraise CNC, stylo mécanographique. Même G-code, trois résultats physiques différents. Le laser brûle la surface. La fraise creuse dans le bois ou l'aluminium. Le stylo trace sur papier. L'élève qui passe les trois modes avec le même fichier comprend quelque chose de fondamental : le code est neutre — c'est l'outil qui décide du résultat physique. C'est la première leçon d'abstraction concrète.

◆ LA BASE SCIENTIFIQUE — CE QUE LA PSYCHOLOGIE DIT DU SENTIMENT DE FABRICATION

Ce sentiment de satisfaction n'est pas subjectif — il est documenté scientifiquement par trois phénomènes distincts.

L'Effet IKEA (Norton, Mochon & Ariely, 2012 — Journal of Consumer Psychology) : Quatre études sur des sujets assemblant des boîtes IKEA, pliant des origamis, construisant des Legos démontrent que les individus valorisent leurs créations personnelles aussi haut que celles d'experts — même quand elles sont objectivesment moins bien réalisées. L'effort de fabrication produit un attachement émotionnel à l'objet créé. Cet effet ne s'applique qu'aux tâches menées à leur terme : si la création est détruite avant la fin, la satisfaction disparaît. C'est pourquoi le projet doit aller jusqu'à l'objet fini — la pièce gravée, l'impression sortie, le déplacement de la machine.

L'Effet de Self-Création (Brunneder & Dholakia, 2018 — Marketing Letters) : Sept études en situation réelle et en laboratoire montrent que quand une personne fabrique elle-même un produit, elle l'apprécie davantage, le consomme plus consciemment, et ressent un bien-être général et spécifique au domaine supérieur. Cet effet est amplifié par la conscience de soi — l'élève qui sait qu'il a fabriqué quelque chose de ses mains développe une estime de lui-même que la consommation passive ne produit pas.

Le Maker Movement et le bien-être subjectif (Journal of Happiness Studies, 2017) : Une étude sur 465 étudiants montre que l'identité "maker" — se percevoir comme quelqu'un qui fabrique des choses — est un prédicteur significatif du bien-être subjectif. Les activités de fabrication (couture, cuisine, bricolage, électronique) produisent un sentiment d'accomplissement et de compétence qui se transfère à d'autres domaines de la vie.

Ce que cela signifie pour l'élève : quand la fille de 13 ans voit son prénom apparaître sur un morceau de bois gravé par le laser qu'elle a programmé, elle ne ressent pas simplement de la fierté — elle ressent un attachement neurologique à sa propre compétence. Ce sentiment, une fois ancré, ne disparaît pas. Il devient la base d'une curiosité durable pour le monde physique.

◆ LE LASER — LA PORTE DES FILLES

Le laser graveur est la porte d'entrée la plus efficace pour les profils qui ne se projettent pas encore dans l'ingénierie. Parce que le résultat est beau, immédiat, et personnel. Graver son prénom sur un morceau de bois, créer un bijou en cuir découpé au laser, personnaliser un carnet — ce sont des projets qui attirent des profils que l'Arduino seul n'attire pas. Et derrière ces projets : le même G-code, le même repère XYZ, la même compétence fondamentale.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE REPÈRE XYZ — LE PONT ENTRE LES MATHS ET LA MATIÈRE

TROIS LETTRES AU TABLEAU · TROIS AXES DANS LA MACHINE · UNE SEULE VÉRITÉ

Le professeur de mathématiques enseigne le repère cartésien XYZ depuis des années. Les élèves apprennent à placer des points dans l'espace, à calculer des distances, à trouver des intersections. C'est abstrait — des croix sur du papier quadrillé. Le jour où l'élève tape G-code X25 Y30 Z-2 dans le terminal de la CNC et voit la fraise aller exactement à cet endroit, quelque chose se déclenche. Les coordonnées du matin existent dans la matière l'après-midi.

◆ CE QUE CHAQUE AXE ENSEIGNE

Axe X — la largeur : le déplacement horizontal de gauche à droite. Dans le cours de maths : l'abscisse. Dans la CNC : le moteur X fait avancer la tête de 25mm vers la droite. L'élève voit l'abscisse se déplacer physiquement.

Axe Y — la profondeur : le déplacement horizontal d'avant en arrière. Dans le cours de maths : l'ordonnée. Dans la CNC : le moteur Y positionne le plateau. L'ordonnée a une masse, une inertie, un bruit mécanique.

Axe Z — la hauteur : le déplacement vertical. Dans le cours de maths : la côte. Dans la CNC : Z-2 signifie que la fraise descend de 2mm dans la matière. La côte a une profondeur de passe, une force de coupe, un risque de casse si mal calculée. La côte devient une décision d'ingénieur.

◆ LE PONT DISCIPLINES — MATHS + PHYSIQUE + TECHNO

Le prof de maths enseigne le repère XYZ, les coordonnées, les vecteurs de déplacement. Sur papier, sans machine.

Le prof de physique explique le moteur pas-à-pas — courant, champ magnétique, couple, pas angulaire. Pourquoi le moteur s'arrête exactement où on lui dit de s'arrêter. La physique du positionnement.

Le prof de techno fait fonctionner la machine — G-code, logiciel de contrôle (GRBL), vitesse de déplacement, profondeur de passe. L'interface entre le code et la matière.

Ensemble, les trois professeurs autour de la même machine donnent à l'élève ce qu'aucun des trois ne peut donner seul : la compréhension intégrée du lien entre l'abstraction mathématique, la réalité physique et la décision technique.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

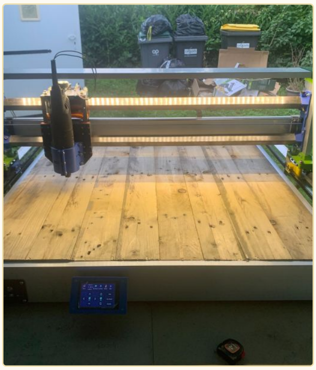
4

SECTION 4 · LA PREUVE VIVANTE — LA RSCNC32

LE M'ALLEM QUI MONTRE SON CHEF-D'ŒUVRE AVANT DE DEMANDER LE VÔTRE

Le corpus ne parle pas dans le vide. La RSCNC32 est une CNC construite à la main, de zéro, par Amine RAITI. Les pièces mécaniques ont été fabriquées avec cette même machine. Les photos de ces pièces sont la démonstration physique que tout ce que cette étude propose est non seulement possible — c'est déjà fait. Sans budget industriel. Sans équipe. Avec des mains, du temps, et la décision de comprendre plutôt que d'acheter.

① Châssis en cours d'assemblage



② Carte de contrôle, drivers et câblage

③ Pièces gravées produites avec la machine

④ Décoration Gibs marocain — gravure sur la maison

◆ RSCNC32 — CONSTRUITE À LA MAIN · AMINE RAITI

Machine CNC construite de zéro — châssis, câblage, firmware GRBL, calibration, tout réalisé manuellement. Les décorations en style Gibs marocain ont été gravées avec cette même machine sur des panneaux de la maison. Preuve que la fabrication autonome est possible, accessible, et déjà réalisée — sans budget industriel, sans équipe.

HUMAN

◆ CE QUE LA RSCNC32 MAISON DIT QUE LES CATALOGUES NE DISENT PAS

Un catalogue de matériel dit : voici une CNC à 200€. Il ne dit pas comment elle fonctionne. Il ne dit pas ce que signifie choisir entre un moteur Nema 17 et un Nema 23. Il ne dit pas pourquoi la rigidité mécanique du châssis détermine la précision du résultat. Il ne dit pas ce qu'on apprend en câblant soi-même les drivers de moteurs, en calculant le courant d'alimentation, en installant le firmware GRBL.
La RSCNC32 maison dit tout ça — pas avec des mots, avec des pièces gravées. L'élève qui voit ces pièces et apprend qu'elles ont été fabriquées avec une machine construite à la main comprend que la fabrication autonome est possible. Que ce n'est pas réservé aux ingénieurs diplômés. Que les mains qui savent précèdent le titre qui le dit.

◆ LE M'ALLEM ET SON CHEF-D'ŒUVRE — LA LOGIQUE DU COMPAGNONNAGE

Dans la tradition des Compagnons du Devoir, le maître montre son chef-d'œuvre avant de demander celui de l'aspirant. Ce n'est pas de la vanité — c'est de la pédagogie. La preuve que le chemin a été fait, que le résultat est réel, que la transmission est possible. La RSCNC32 est ce chef-d'œuvre dans le contexte de cette étude. Elle dit à l'élève : voici ce que tes mains peuvent produire. Pas dans vingt ans après un diplôme. Dans une année scolaire, avec un budget mutualisé de professeurs.

◆ NASSIHA — LA MACHINE FABRIQUÉE COMPREND MIEUX LA MACHINE ACHETÉE

L'élève qui a construit une CNC — même simple, même imparfaite — comprend pourquoi la CNC achetée a ces dimensions, ces tolérances, ces limites. Il ne l'utilise pas comme une boîte noire. Il l'utilise comme quelqu'un qui sait ce qu'il y a dedans. C'est la différence entre l'opérateur et le fabricant. C'est la différence entre le DevOps qui utilise le cloud et le SRE qui sait ce qu'il y a sous le cloud.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · COLLÈGE ET LYCÉE — LA PROGRESSION PAR NIVEAUX

CINQ ANS · CINQ NIVEAUX · UNE CHAÎNE COMPLÈTE

◆ 5E — ARDUINO (LED, CAPTEUR)

Premier contact. Code → signal électrique. La LED comme révélation. La désamputation commence ici. Chaque élève seul face au kit.

◆ 4E — LASER GRAVEUR

Projet porte-nom (45 min). L'élève dessine dans Inkscape, génère le G-code, grave sur bois. Objet à ramener à la maison. Porte des filles : bijou cuir, personnalisation.

◆ 3E — CNC3018 (3 MODES)

Même G-code, trois résultats. Le repère XYZ devient réel. Fraise, laser, stylo. L'élève comprend que le code est neutre — c'est l'outil qui décide.

◆ SECONDE — IMPRIMANTE 3D

Création ex nihilo. Modélisation FreeCAD → Cura → Ender-3. Volume, gravité, supports, tolérances. La compréhension la plus profonde du lien code-objet.

◆ LE PROJET ANNUEL — PREMIÈRE / TERMINALE — CONSTRUIRE LA MACHINE

Le niveau le plus ambitieux et le plus formateur. Un groupe de 4 à 6 élèves construit une CNC ou une imprimante 3D open source pendant l'année scolaire. Ce que ce projet enseigne :

Les moteurs pas-à-pas : courant, couple, pas angulaire, driver. Comprendre que 200 pas = 1 tour = déplacement précis de Xmm selon le pas de vis. La physique du positionnement.

La carte de contrôle (GRBL / Marlin) : firmware Arduino qui reçoit le G-code, le décode, et envoie des impulsions aux drivers. Les élèves reconnaissent l'Arduino qu'ils ont vu en 5e — il est maintenant le cerveau d'une machine.

L'alimentation : chaque moteur consomme. Chaque driver chauffe. Chaque choix d'alimentation engage une responsabilité. Mal calculer l'alimentation casse le matériel. La physique de la puissance devient une décision d'ingénieur.

La mécanique : précision d'usinage, jeu mécanique, rigidité du châssis. Un axe mal aligné produit une pièce mal gravée. Le code ne compense pas la mécanique défaillante.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LE PROJET ANNUEL — CE QUE L'ÉLÈVE COMPREND QUE PERSONNE D'AUTRE NE COMPREND

CONSTRUIRE LA MACHINE — LE PREMIER CHEF-D'ŒUVRE

Il y a une différence fondamentale entre l'élève qui a utilisé une CNC et l'élève qui en a construit une. Celui qui l'a construite sait ce qu'il y a dedans. Il n'utilise pas une boîte noire — il utilise quelque chose qu'il comprend à chaque niveau. Cette différence, vingt ans plus tard, est la différence entre l'ingénieur qui configure un service cloud et l'ingénieur qui comprend ce que le service cloud cache.

◆ DÉROULÉ DU PROJET ANNUEL — JALONS CONCRETS

Septembre-Octobre — Architecture : choisir le modèle open source (MPCNC, Voron, Prusa i3). Lire la documentation. Faire la liste des composants. Calculer le budget. Répartir les rôles — mécanique, électronique, firmware, tests.

Novembre-Décembre — Approvisionnement et mécanique : commander les pièces (AliExpress, Aliexpress, imprimantes 3D locales pour les pièces plastiques). Imprimer les pièces manquantes sur la machine de l'établissement. Assembler le châssis. Comprendre pourquoi la rigidité du châssis détermine la précision finale.

Janvier-Février — Électronique : câbler les drivers, les moteurs, les fins de course, l'alimentation. Identifier les erreurs de câblage (court-circuits, mauvaise polarité). Comprendre pourquoi un driver mal refroidi surchauffe et coupe.

Mars-Avril — Firmware : flasher GRBL ou Marlin. Configurer les paramètres — pas/mm, courant moteur, vitesse maximale, accélération. Faire les premiers home et les premiers déplacements manuels.

Mai-Juin — Calibration et chef-d'œuvre : graver la première pièce réelle. La corriger. La refaire. Présenter la machine devant les autres élèves et les professeurs. La machine reste dans l'établissement — elle sera utilisée par les élèves des années suivantes.

◆ LA MACHINE RESTE — LA TRANSMISSION COMMENCE

La machine construite par les élèves de Terminale reste dans l'établissement. Les élèves de Seconde la verront, l'utiliseront, peut-être l'amélioreront. Les élèves de Première l'entretindront. C'est la transmission compagnonnique appliquée à l'école publique. Le chef-d'œuvre ne disparaît pas avec la promotion — il devient l'outil de la suivante.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LE BUDGET MUTUALISÉ NIVEAU 2 — INVENTAIRE COMPLET

2 400€/AN · 1 080€ POUR LES MACHINES · 1 320€ DE RÉSERVE

◆ INVENTAIRE — CE QUE 2 400€/AN ACHÈTE (MACHINES + ARDUINO)

20 kits Arduino Starter (déjà documenté, "La Désamputation à la Source") : 700€ — classe de 20 élèves, matériel réutilisable 5 ans.

Laser graveur 5W (xTool D1 ou équivalent) : 150€ — gravure bois, cuir, carton. Résultat immédiat, beau, personnel.

CNC3018 Pro (3 modes : laser + fraise + stylo) : 180€ — la machine pédagogique par excellence. Trois modes, un seul G-code.

Imprimante 3D Ender-3 V2 : 250€ — création ex nihilo. Robuste, documentée, énorme communauté de support.

Kit construction CNC open source (MPCNC ou équivalent) : 200€ — moteurs Nema 17, drivers A4988, carte Arduino UNO, profilés aluminium, visserie, courroies.

Consommables année 1 : 300€ — bois contreplaqué, filament PLA, plaques ardoise, cuir, câblage, breadboards.

Logiciels : 0€ — Inkscape (vectoriel), FreeCAD (3D), Cura (slicer), GRBL (firmware CNC), LaserGRBL (pilotage laser). Tout est open source, tout est gratuit.

Total machines : 1 080€

Réserve année 1 : 620€ (consommables supplémentaires, pièces de remplacement, imprévus)

Réserve année 2 : les 2 400€ de l'année 2 sont entièrement consacrés aux consommables et aux améliorations — les machines sont déjà là.

◆ POURQUOI CE BUDGET — ET PAS UN DOSSIER DE SUBVENTION

Cette proposition de budget mutualisé est délibérément indépendante de tout processus administratif. Pas d'appel à projet. Pas de dossier académique. Pas de demande à la mairie, à la région ou au ministère. Ces voies existent — et elles peuvent compléter ce dispositif si elles aboutissent. Mais elles prennent du temps que les enfants n'ont pas : la bifurcation de la 5e n'attend pas un arrêté ministériel.

Le budget mutualisé entre professeurs dit une chose simple : nous sommes responsables de ce qui se passe dans nos classes. Nous n'attendons personne pour agir.

L'association des parents d'élèves — levier complémentaire naturel : les parents ont un intérêt direct et légitime dans l'éducation de leurs enfants. Une APE qui décide de financer du matériel de fabrication numérique pour ses élèves n'organise pas une kermesse — elle investit dans l'avenir technique de ses enfants. Une contribution volontaire de 5€ par famille sur 50 familles ajoute 250€ au budget annuel. Sur 100 familles : 500€. Sans aucune structure administrative supplémentaire. L'APE existe déjà dans chaque établissement — il suffit que les professeurs et les parents décident ensemble que cette priorité en vaut la peine.

HUMAN

◆ LA CHAÎNE COMPLÈTE — DE LA LED À LA SOUVERAINETÉ

5e : Arduino + LED → code contrôle l'électricité.

4e : Laser graveur → code contrôle la lumière, qui grave la matière.

3e : CNC3018 → code contrôle les axes XYZ, qui façonnent la matière.

Seconde : Imprimante 3D → code crée la matière ex nihilo.

Première/Terminale : Construction machine → l'élève comprend ce que toutes les machines cachent.

L'élève qui a traversé cette chaîne complète comprend, à 18 ans, ce que la plupart des ingénieurs informatiques ne comprennent pas à 30 : que le code n'existe pas dans le vide — il existe pour transformer de la matière. Que la souveraineté technique commence dans les mains. Que le métal précède le code.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE MENTOR
ET LE MÉTAL

MAÂLLEM · METAÂLLEM · SRE

HUMAN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le Zellij de Fès, le Gibs de Meknès, le travail du cuir de Marrakech — ces arts n'ont survécu que parce que le processus Maâllem/Metaâllem n'a jamais été rompu. Ce processus est le même qui a formé les meilleurs ingénieurs infrastructure que ce corpus a rencontrés — pas dans les salles de cours, mais dans les salles serveurs. Cette étude défend que le mentor est le canal principal de transmission du savoir tacite en infrastructure, et que sans lui, les formations les plus rigoureuses restent incomplètes.

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE MAÂLLEM ET LA MÉDINA

CE QUE LE MAROC A COMPRIS DEPUIS DES SIÈCLES

Dans les médinas marocaines, le Maâllem — littéralement "celui qui sait" — est le maître artisan qui détient un savoir acquis sur des décennies de pratique. Il pose les carreaux de Zellij depuis quarante ans. Il sait comment le marteau doit sonner contre la faïence pour que la coupe soit nette. Il sait quelle argile pour quel gibs selon l'humidité de la saison. Il sait comment le cuir de Marrakech réagit à la chaleur du mois d'août.

Ce savoir n'est pas dans un manuel. Il n'est pas dans un référentiel de compétences. Il est dans les mains, dans les yeux, dans le corps du Maâllem — et il ne peut se transmettre que d'une seule façon : le Metaâllem, l'apprenti, s'assoit à côté du maître. Il regarde. Il imite. Il rate. Il recommence. Et un jour — après des mois, parfois des années — le geste devient juste. Pas parce qu'on lui a expliqué. Parce qu'il a vu et refait jusqu'à l'incorporation.

◆ POURQUOI CES INDUSTRIES ONT SURVÉCU

Les arts ancestraux marocains ont survécu à l'industrialisation du XXe siècle, à la mondialisation et au tourisme de masse — non pas malgré leur refus de la modernisation, mais grâce à la continuité du processus Maâllem/Metaâllem. Quand cette chaîne s'est rompue dans certaines corporations — par exode rural, par industrialisation forcée, par absence de transmission — l'art a disparu. Pas les techniques dans les livres. L'art. Parce que l'art n'est pas dans les livres. Il est dans les mains qui l'ont appris d'autres mains.

Le Maâllem au travail — de la main qui pose à l'œuvre achevée · Médina marocaine

◆ LE MÊME MÉCANISME — AUTRE MÉDINA

La salle serveur est une médina. Les câbles sont les ruelles. Les racks sont les ateliers. Le senior SRE qui montre au junior comment il écoute le bruit des ventilateurs pour détecter une anomalie thermique avant que l'alerte sonne est un Maâllem. Il ne l'explique pas. Il le fait. Et le junior qui regarde, qui pose des questions, qui refait sous supervision, devient à son tour Maâllem — capable de transmettre.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · D'ECRITEL À WEBORAMA — UN PARCOURS DE METAÂLLEM

CE QUE LES SENIORS M'ONT TRANSMIS QUE LES COURS N'ONT PAS

Quand j'ai intégré Ecritel, je n'étais pas un débutant. J'avais la formation, les diplômes, les bases. Mais la formation ne m'avait pas appris ce que les seniors en place m'ont transmis dans les vraies conditions de production. Ce que j'ai reçu d'eux ne figure dans aucun référentiel de compétences. Pourtant c'est ce qui a construit l'ingénieur que je suis devenu.

◆ LES TROIS TRANSMISSIONS — D'ECRITEL À WEBORAMA

La patience. Un senior m'a appris à ne pas agir immédiatement sur un incident. À observer d'abord. À lire ce que le système dit avant de toucher quoi que ce soit. Cette discipline — ne pas paniquer, ne pas corriger trop vite, comprendre avant d'intervenir — ne s'enseigne pas en cours. Elle se transmet par l'exemple d'un homme qui reste calme quand tout le monde autour veut agir. Je l'ai vu faire. J'ai intégré la posture avant d'en comprendre la raison.

Les technologies. Pas les technologies comme dans les cours — les technologies comme elles se comportent réellement en production. Les cas limites, les comportements non documentés, les trucs qui marchent alors qu'ils ne devraient pas et inversement. Ce savoir s'accumule sur des années d'incidents. Un senior qui le partage condense pour le junior des années d'expérience en quelques heures de conversation informelle autour d'une panne.

Les capacités managériales. Comment on écrit un post-mortem qui ne cherche pas de coupable. Comment on annonce une panne à un client sans perdre sa confiance. Comment on anime une équipe d'astreinte sans créer de ressentiment. Ces compétences s'acquièrent en observant des managers qui les exercent — pas en lisant des livres sur le management.

◆ NASSIHA — CE QUE CETTE TRANSMISSION DEMANDE

La transmission Maâllem/Metaâllem demande du temps, de la proximité et de la confiance. Elle ne se décrète pas par une politique RH. Elle nécessite que le senior ait la disponibilité de transmettre — ce qui suppose que son environnement de travail ne soit pas structuré uniquement autour de la performance immédiate, mais aussi autour de la pérennité du savoir.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · CE QUE LE MENTOR TRANSMET QUE LA FORMATION NE PEUT PAS

LE SAVOIR TACITE — LA COUCHE INVISIBLE DE LA COMPÉTENCE

La formation — quelle que soit sa qualité — transmet du savoir explicite. Ce qui peut être formalisé, écrit, évalué. Le Socle du Fer transmet le câblage, l'adressage, les protocoles, l'administration système. Un bon cours transmet les fondamentaux de la théorie et de la pratique supervisée. Ce que la formation ne peut pas transmettre, c'est le savoir tacite — la couche invisible de la compétence que seul l'exercice en condition réelle, sous le regard d'un mentor, peut construire.

◆ LE SAVOIR TACITE EN INFRASTRUCTURE — CE QUE C'EST CONCRÈTEMENT

— **L'intuition de l'incident :** le senior qui entre dans la salle serveur et sait, avant de regarder les métriques, que quelque chose ne va pas — parce que le bruit ambiant a changé, parce que la LED d'un switch clignote d'une façon particulière, parce que la température de la pièce est un demi-degré plus haute que d'habitude. Cette intuition s'acquiert en des milliers d'heures de présence physique dans les salles serveurs.

— **Le jugement sous pression :** savoir quand agir et quand attendre. Savoir quand escalader et quand gérer seul. Savoir quand la correction rapide va aggraver la situation. Ce jugement ne s'enseigne pas — il se forge dans les incidents réels, aux côtés de quelqu'un qui l'a déjà forgé.

— **La culture de l'équipe :** comment on se comporte dans une équipe SRE. Quelle est la limite entre l'aide et la dépendance. Quelle est la différence entre le silence productif pendant un incident et le silence anxieux. Quelle est la bonne façon de poser une question à un senior sans lui signifier qu'on n'a pas compris ce qu'on aurait dû comprendre. Ces codes culturels s'apprennent par immersion.

◆ POURQUOI LE COURS NE SUFFIT PAS — MÊME LE MEILLEUR

Un cours de conduite automobile peut être excellent — théorie du code, exercices sur simulateur, explication des réflexes à développer. Il ne remplace pas les 3 000 kilomètres avec un moniteur expérimenté dans des conditions de circulation réelle. L'infrastructure bare-metal fonctionne exactement de la même façon. Le Socle du Fer est le code de la route. La salle serveur en production avec un senior, c'est la circulation réelle. Les deux sont nécessaires. Ni l'un ni l'autre n'est suffisant seul.

◆ NASSIHA — LE MENTOR N'EST PAS UN FORMATEUR

Le mentor ne suit pas un programme. Il ne valide pas des compétences. Il n'a pas d'objectifs pédagogiques formalisés. Il fait son travail — et le Metaâllem est là, à côté, qui regarde et qui apprend. Cette absence de structure formelle est précisément ce qui rend la transmission efficace. Le junior apprend en temps réel ce que le senior fait vraiment — pas ce qu'un programme dit qu'il devrait faire.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA JOURNÉE D'OBSERVATION — LE FORMAT MINIMAL QUI CHANGE TOUT

UNE JOURNÉE DANS UNE SALLE SERVEUR VAUT PLUS QU'UN SEMESTRE DE COURS THÉORIQUE

Le parrainage SRE/étudiant n'a pas besoin d'être un stage de six mois. Il peut commencer par une journée. Ou deux. Une journée où l'élève est présent comme observateur — pas comme stagiaire, pas comme productif, pas comme évaluable. Comme observateur. Il regarde. Il est là. Et cette présence seule change quelque chose d'irréversible dans sa représentation mentale du métier.

◆ CE QUI SE PASSE PENDANT UNE JOURNÉE D'OBSERVATION

◆ CE QUE L'ÉLÈVE EMPORTE — QUE LA FORMATION N'AURAIT PAS DONNÉ

Une image concrète du métier qui remplace les représentations abstraites ou romantisées. La certitude que ce métier est accessible — que les ingénieurs en face sont des gens normaux avec des méthodes apprises, pas des génies nés. Un contact humain avec un professionnel qui peut répondre à ses questions. Et souvent — le déclic vocationnel qui confirme ou infirme définitivement l'orientation professionnelle.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE SYSTÈME DE PARRAINAGE — COMMENT LE CONSTRUIRE

DU MAÂLLEM INFORMEL AU PARRAINAGE STRUCTURÉ

Le parrainage Maâllem/Metaâllem en infrastructure n'a pas besoin d'être un programme lourd. Il a besoin d'être intentionnel. La différence entre le mentoring informel qui existe déjà dans les équipes et le parrainage structuré, c'est la décision explicite de le faire — et le cadre minimal qui le rend possible sans surcharger le mentor.

◆ LE RÔLE DES RH — FACILITATEUR, PAS GESTIONNAIRE

Les RH sont le pont entre l'école ou l'organisme de formation et l'équipe infrastructure. Leur rôle n'est pas de gérer le contenu du parrainage — ils n'ont pas la compétence technique pour ça. Leur rôle est de créer la connexion : identifier les SRE et ingénieurs volontaires pour parrainer, contacter les BTS SIO, les DUT Réseaux, les écoles d'ingénieurs et les organismes de formation, et organiser logistiquement les journées d'observation. Une convention simple, une journée bloquée dans l'agenda, un badge visiteur. Le reste se passe naturellement.

◆ CE QU'ON DEMANDE AU SRE PARRAIN — ET CE QU'ON NE LUI DEMANDE PAS

On lui demande : de faire son travail normalement en présence de l'élève. De l'emmener visiter la salle serveur. De l'inclure dans la pause. D'être disponible pour répondre à ses questions en fin de journée. C'est tout.

On ne lui demande pas : de préparer un programme pédagogique. De valider des compétences. De remplir des formulaires d'évaluation. De s'adapter à un référentiel. De modifier son mode de travail. La puissance du format Maâllem est précisément que le savoir se transmet dans l'action normale, pas dans une parenthèse pédagogique artificielle.

◆ LA PROGRESSION NATURELLE — DE LA JOURNÉE AU COMPAGNONNAGE

Une journée d'observation peut devenir deux. Puis une semaine de stage d'observation en fin de BTS. Puis une alternance. Puis un premier CDI dans l'équipe que l'élève connaît déjà — parce qu'il a vu les racks, mangé avec les ingénieurs, observé la culture de l'équipe. Le recrutement n'est plus un pari sur un CV — c'est la suite logique d'une relation construite. Et l'intégration est divisée par dix parce que le Metaâllem connaît déjà son Maâllem.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION — LA CHAÎNE COMPLÈTE

FORMATION · MENTOR · PARRAINAGE · EMPLOI

Cette étude complète le corpus Opération Dindon en ajoutant le maillon manquant entre la formation et l'emploi. Le Socle du Fer transmet les fondamentaux. Le BTS et le DUT donnent le cadre académique. L'Arduino au collège ouvre les vocations. Mais entre la formation la mieux conçue et l'ingénieur opérationnel, il manque le Maâllem — le passeur de savoir tacite que seule la condition réelle de production peut activer.

◆ LA CHAÎNE IDÉALE — DE 13 ANS À L'OPÉRATIONNEL

Collège (13-15 ans) : Arduino, robotique, voiture connectée. La main dans la machine avant la théorie. Le déclic vocationnel.

Lycée professionnel / BTS / DUT (16-20 ans) : Le Socle du Fer dans les référentiels. Les fondamentaux de la couche physique à la couche service. La compétence technique de base.

Journée d'observation (pendant le BTS / DUT) : Une journée dans une salle serveur réelle. Les racks, les équipes, la pause, l'incident si la chance s'y prête. Le concret qui ancre la formation dans la réalité.

Alternance ou stage long (fin de formation) : Le Metaâllem en condition réelle, aux côtés d'un Maâllem. La transmission du savoir tacite — patience, jugement, culture d'équipe.

Premier poste (20-22 ans) : L'ingénieur arrive opérationnel sur la couche physique, avec un réseau humain déjà constitué, une culture d'équipe déjà intégrée, et un Maâllem qui peut encore répondre au téléphone quand quelque chose d'incompréhensible se produit à 3h du matin.

◆ CE QUE LES ENTREPRISES GAGNENT À INVESTIR DANS LE PARRAINAGE

Un recrutement moins risqué — on recrute quelqu'un qu'on connaît déjà. Une intégration plus rapide — le Metaâllem connaît la culture, les outils, les gens. Une fidélité plus forte — on ne quitte pas facilement une équipe avec laquelle on a un lien de transmission. Et la perpétuation du savoir tacite — le Metaâllem d'aujourd'hui deviendra le Maâllem de demain.

HUMAN

Le Zellij de Fès n'a pas survécu parce qu'il y avait des livres sur le Zellij. Il a survécu parce qu'il y avait des Maâllems qui ont accepté de prendre des Metaâllems à côté d'eux. L'infrastructure bare-metal mérite le même honneur.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE GRAND RESSOURCEMENT

Sources chaudes · Montagne · Liberté totale

Ce que la science dit du repos sans programme

HUMAN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude prolonge "Le Corps d'Abord" sur l'angle du grand ressourcement annuel — le séminaire de déconnexion totale. Elle défend qu'un week-end en montagne aux sources chaudes, sans programme imposé, sans formulaire de team building, sans débrief managérial, produit une restauration cognitive et physiologique profonde que aucun séminaire formaté ne peut atteindre — pour un coût accessible à toute PME.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Formateur depuis 2006 · De l'électricité à Kubernetes · Tous publics

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE PROGRAMME — SA FORCE EST DANS CE QU'IL N'A PAS

UN WEEK-END SANS AGENDA — C'EST ÇA L'INNOVATION

Le grand ressourcement annuel n'est pas un séminaire avec un programme allégé. C'est un déplacement complet de l'entreprise — ou par session si la production ou le nombre l'exige — avec une seule règle : pas de programme imposé. La force du format est précisément dans ce qu'il n'a pas.

◆ CE QUE LE WEEK-END CONTIENT

Le lieu : une station thermale en montagne — Les Thermes de Vals, Évian, La Bourboule, Ax-les-Thermes, ou toute station accessible en train ou voiture depuis Paris. L'altitude et la nature sont les deux conditions. Le reste est libre.

L'hébergement : un hôtel ou gîte privatisé pour l'équipe. Pas de chambre double imposée, pas de chambre individuelle luxueuse — des chambres correctes, l'essentiel, le reste du budget va à l'expérience.

Les repas : aux frais de l'entreprise, à l'heure qui convient à chacun. Pas de déjeuner collectif à 12h30 sonnantes. Pas de dîner de gala avec discours du DG. On mange quand on a faim, avec qui on veut, dans le restaurant du coin ou celui de l'hôtel.

Les activités : cure thermale, baignade dans les sources chaudes, randonnée, balade, lecture, sieste, massage, rien du tout. Chacun fait ce qui le recharge. Il n'y a pas de bonne réponse.

Ce qu'il n'y a pas : pas d'atelier de team building, pas de formulaire à remplir, pas de session de feedback collectif, pas de présentation PowerPoint sur la stratégie de l'entreprise, pas d'animation par un consultant externe. Rien de tout ça. Juste du temps libre en montagne, aux frais de l'entreprise.

◆ LE BUDGET — ACCESSIBLE À TOUTE PME

Pour une équipe de 10 personnes, week-end 2 jours :
— Transport (train ou van) : 50 à 100€/personne aller-retour
— Hébergement (2 nuits, chambre double) : 80 à 120€/personne/nuit → 160 à 240€
— Cure thermale ou accès sources chaudes : 20 à 40€/personne
— Repas (tous repas compris) : 40 à 60€/personne/jour → 80 à 120€
— **Total : 350 à 500€ par personne pour 2 jours.**

Comparaison : séminaire corporate formaté deux jours = 800 à 2 000€ par personne. Le Grand Ressourcement coûte 3 à 4 fois moins. Il produit une restauration neurologique profonde documentée. Le séminaire formaté produit de la fatigue et des post-its.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA SCIENCE DE LA NATURE — ART ET SRT

POURQUOI LA MONTAGNE RESTAURE CE QUE LE BUREAU A ÉPUISÉ

Deux théories scientifiques majeures documentent pourquoi les environnements naturels restaurent les ressources cognitives et émotionnelles. Elles ne sont pas contradictoires — elles décrivent deux mécanismes complémentaires du même phénomène.

◆ L'ATTENTION RESTORATION THEORY — KAPLAN ET KAPLAN (1989)

Rachel et Stephen Kaplan ont établi que la capacité à focaliser l'attention — ce qu'ils appellent la "directed attention" ou attention dirigée — est une ressource cognitive limitée qui s'épuise sous l'effet du travail. Un ingénieur SRE dont le cerveau est sous tension permanente accumule une fatigue attentionnelle qui réduit ses performances, sa créativité et sa capacité à résoudre des problèmes complexes. La nature restaure cette ressource par un mécanisme de "soft fascination" — les éléments naturels capturent l'attention de façon involontaire et sans effort (un ruisseau, les nuages, les crêtes enneigées), ce qui libère l'attention dirigée de toute sollicitation et lui permet de récupérer. Les quatre propriétés d'un environnement restaurateur selon Kaplan : *Being away* (rupture avec les activités habituelles), *Extent* (sentiment d'immersion totale dans un environnement différent), *Soft fascination* (attention capturée sans effort), *Compatibility* (le lieu correspond à ce que la personne cherche). Un week-end en montagne aux sources chaudes, sans programme, coche les quatre.

◆ LA STRESS REDUCTION THEORY — ULRICH (1983)

Roger Ulrich a établi que les environnements naturels déclenchent des réponses évolutives de sécurité — des signaux ancestraux qui indiquent à l'organisme qu'il n'est pas en danger. Ces réponses produisent des émotions positives et réduisent le stress, mesurables par des indicateurs physiologiques : fréquence cardiaque, pression artérielle, cortisol. Ulrich a démontré que des sujets sous stress récupèrent plus rapidement en regardant des images de nature qu'en regardant des scènes urbaines. Les bénéfices cognitifs de la nature sont, selon lui, la conséquence d'un mieux-être émotionnel et physiologique — les deux théories (ART et SRT) décrivent des processus distincts mais interconnectés par le même système corps-esprit, lié par le nerf vague.

HUMAIN

◆ NASSIHA — LA DOSE COMPTE

La méta-analyse de Bell et al. (2025) documente une relation dose-réponse entre l'exposition à la nature et la restauration attentionnelle — avec des rendements décroissants au-delà d'un certain seuil. Un week-end entier en montagne est dans la zone de rendement optimal — assez long pour une restauration profonde, pas si long que l'effet plafonne. La journée unique ne suffit pas pour la récupération profonde. Le mois serait trop long pour être accessible régulièrement.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES SOURCES CHAUDES — LA NEUROCHIMIE DU BAIN THERMAL

L'EAU CHAUDE FAIT CE QUE LE STRESS DÉFAIT

L'immersion en sources thermales chaudes produit des effets physiologiques documentés qui complètent et amplifient les effets restaurateurs de la nature. Les sources chaudes ne sont pas une récompense — elles sont une intervention thérapeutique à ciel ouvert.

◆ CE QUE L'EAU CHAUDE FAIT AU CORTISOL

L'immersion dans une eau entre 37°C et 40°C active le système nerveux parasympathique — le "mode repos et digestion" qui s'oppose au mode "combat ou fuite" chroniquement activé chez les équipes SRE sous pression. Le cortisol chute. Une revue systématique publiée dans l'*International Journal of Biometeorology* documente que la balnéothérapie et la thérapie thermale montrent un potentiel à influencer les niveaux de cortisol. La chromogranine — un autre marqueur biologique du stress — est également réduite, de façon plus prononcée chez les personnes avec des niveaux de stress initialement élevés. Les ingénieurs SRE chroniquement sous pression bénéficient proportionnellement plus du bain thermal que les profils peu stressés.

◆ LA VASODILATION ET L'OXYGÉNATION

La chaleur de l'eau provoque une vasodilation — l'élargissement des vaisseaux sanguins — qui améliore la circulation et l'oxygénation des tissus. Cette amélioration de la circulation cérébrale a des effets documentés sur la clarté cognitive et la réduction de la fatigue mentale. Les minéraux présents dans les sources thermales — soufre, magnésium, bicarbonates — pénètrent partiellement la peau dilatée par la chaleur et renforcent ces effets anti-inflammatoires et relaxants.

◆ LE SOMMEIL APRÈS LES SOURCES

Un mécanisme particulièrement documenté : après une immersion en eau chaude, la température corporelle chute naturellement à la sortie. Cette chute thermique déclenche les processus inducteurs du sommeil — le même mécanisme que la chute de température ambiante en soirée dans les environnements tempérés. Les participants à des séjours thermaux rapportent une amélioration significative de la qualité du sommeil dès la première nuit. Pour une équipe SRE dont les membres accumulent un déficit de sommeil chronique lié aux astreintes, cette amélioration du sommeil est en elle-même une intervention de santé au travail.

◆ LE LIEN AVEC "LE PAGER ET LE CORPS"

Cette étude complète "Le Pager et le Corps" en proposant son antidote structurel. Le Pager et le Corps documentait l'accumulation de cortisol nocturne par les astreintes. Le Grand Ressourcement propose l'intervention qui rembourse cette dette cortisolique de façon mesurable — sources thermales, nature, sommeil de qualité, deux jours sans alertes. Ce n'est pas un luxe. C'est de la médecine préventive du travail.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA LIBERTÉ TOTALE — LE MÉCANISME CLÉ

POURQUOI L'ABSENCE DE PROGRAMME EST LE PROGRAMME

Le détail le plus contre-intuitif du Grand Ressourcement est aussi le plus important : il n'y a pas de programme. Pas d'activités planifiées. Pas de créneaux obligatoires. Pas de formulaires. Cette absence n'est pas un oubli organisationnel — c'est le mécanisme neurologique central de la restauration.

◆ L'AUTONOMIE PERÇUE RÉDUIT LE CORTISOL INDÉPENDAMMENT DE L'ACTIVITÉ

La recherche en psychologie du bien-être (Deci et Ryan, Self-Determination Theory) établit que l'autonomie perçue — le sentiment de contrôler ses propres choix — est l'une des conditions les plus puissantes de la récupération psychologique. Un séminaire avec un programme imposé, même plaisant, maintient une forme de vigilance dirigée : je dois être au bon endroit au bon moment, faire la bonne activité, participer correctement. Cette vigilance maintient le système nerveux sympathique en alerte. L'absence totale de programme libère le cerveau de cette contrainte. Il peut, pour la première fois depuis longtemps, décider librement du tempo de sa propre récupération.

◆ LA RANDONNÉE LIBRE VS LA RANDONNÉE GUIDÉE

Un groupe qui décide spontanément de randonner ensemble fait quelque chose de neurochimiquement différent d'un groupe qui suit un guide prévu au programme. Dans le premier cas : décision collective spontanée, ajustement du rythme à chacun, possibilité de s'arrêter quand on veut, conversations qui naissent naturellement du mouvement. Dans le second : obligation de suivre, rythme imposé, attention partiellement dirigée vers le guide. La randonnée libre produit l'effet ART de Kaplan — soft fascination, being away, extent. La randonnée guidée produit une activité collective avec de légères contraintes de performance.

◆ MANGER QUAND ON VEUT — LE SIGNAL DE CONFIANCE

Laisser les membres de l'équipe manger à l'heure qui leur convient — seuls, en petits groupes spontanés, au restaurant de l'hôtel ou au café du village — est un signal de confiance managériale qui renforce la sécurité psychologique. Personne n'est surveillé. Personne n'est évalué. Ce signal de confiance explicite est l'un des mécanismes documentés par Amy Edmondson comme condition de la haute performance collective — et il est produit ici gratuitement, par une simple décision d'organisation.

◆ NASSIHA — LA SOLITUDE CHOISIE EST UNE ACTIVITÉ DE RÉCUPÉRATION

Certains membres de l'équipe choisiront de rester seuls pendant une partie du week-end — lire dans leur chambre, marcher seul, rester plus longtemps dans les sources. Cette solitude choisie n'est pas un échec de la cohésion — c'est une forme légitime de récupération que le format doit protéger explicitement. Un séminaire qui ne laisse pas de place à la solitude choisie est un séminaire qui ne comprend pas les introvertis.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA RECHERCHE SUR LES VACANCES — CE QUE LA DÉCONNEXION PRODUIT

LES EFFETS MESURABLES D'UN WEEK-END DE VRAI REPOS

La recherche sur les effets des vacances sur la performance au travail est convergente et solide. Elle documente des bénéfices réels, mesurables, mais aussi leurs limites — ce qui permet d'optimiser le format du Grand Ressourcement pour maximiser les effets durables.

◆ CE QUE LA MÉTA-ANALYSE DE DE BLOOM ET AL. ÉTABLIT

La méta-analyse de de Bloom et al. (22 études) documente des réductions significatives de l'épuisement, des améliorations de l'humeur et de la satisfaction après les vacances. Grant et al. (54 études) identifient des améliorations physiologiques mesurables : réduction du cortisol, meilleure variabilité de la fréquence cardiaque — indicateur de récupération du système nerveux autonome —, et meilleure qualité du sommeil. Ces effets sont documentés dès deux jours de déconnexion réelle.

◆ LA DÉCONNEXION RÉELLE — CONDITION NÉCESSAIRE

Les effets documentés supposent une déconnexion réelle — pas un week-end où les membres de l'équipe vérifient leurs alertes Slack toutes les deux heures. La décision managériale de garantir une astreinte minimale pendant le week-end — avec un protocole de gestion des incidents dégradé, sans pression sur l'équipe présente — est la condition organisationnelle du bénéfice neurologique. Si les ingénieurs partent en montagne mais restent responsables de la production, le cortisol ne chute pas. La déconnexion est binaire : on est en récupération ou on ne l'est pas.

◆ L'EFFET FADE-OUT ET SA RÉPONSE

La recherche sur les vacances documente aussi un "fade-out" — les bénéfices s'estompent progressivement dans les semaines suivant le retour. La réponse à ce fade-out n'est pas d'allonger le séminaire annuel — c'est de le compléter avec des formats plus fréquents et moins intensifs. C'est exactement l'architecture proposée dans ce corpus : Grand Ressourcement une fois par an, dîner d'équipe trimestriel, hammam + marche saisonnier, jeu en open space hebdomadaire. La récupération est un entretien continu, pas un grand nettoyage annuel.

◆ LA RECHERCHE SUR L'EFFORT-RECOVERY THEORY

L'Effort-Recovery Theory (Meijman et Mulder, 1998) établit que l'effort de travail soutenu épuise les ressources physiologiques et psychologiques — cortisol élevé, fatigue cognitive, épuisement émotionnel. Sans récupération périodique, cette charge s'accumule et augmente le risque de burn-out. Les vacances interrompent ce cycle. Le Grand Ressourcement en montagne est précisément la structure de récupération que cette théorie appelle.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION — L'ARCHITECTURE COMPLÈTE DU RESSOURCEMENT

DE LA SOIRÉE HEBDOMADAIRE AU WEEK-END ANNUEL

Cette étude complète l'architecture de ressourcement proposée dans le corpus. Chaque format a une fréquence, un coût et un mécanisme neurochimique distinct. Ensemble, ils couvrent l'intégralité du spectre de récupération — du micro-quotidien au grand annuel.

◆ L'ARCHITECTURE COMPLÈTE — FRÉQUENCE, COÛT, MÉCANISME

Quotidien / Hebdomadaire — Le Jeu en SRE (Nerf, pause active) : 0€ · Micro-décharge adrénaline, fiero, déhiérarchisation · 10 minutes

Mensuel — Dîner d'équipe simple : 30 à 78€/personne · Ocytocine du lien, mémoire partagée, déhiérarchisation · 4 heures

Trimestriel — Hammam + marche libre + dîner : 35€/personne · Cortisol ↓, ocytocine ↑, endorphines, sous-groupes naturels · 4 heures

Semestriel — Activité compétitive (karting, bowling, opéra) : 50 à 100€/personne · Fiero, adrénaline, émotion collective · 3 à 4 heures

Annuel — Le Grand Ressourcement (montagne, sources chaudes) : 350 à 500€/personne · Restauration attentionnelle profonde (ART/SRT), cortisol ↓↓, sommeil, autonomie, lien informel · 2 jours

Budget annuel total par personne : 600 à 900€.

Soit le coût d'une seule journée de séminaire formaté — pour une architecture complète de récupération qui couvre tous les niveaux neurochimiques, de la micro-dose hebdomadaire à la restauration profonde annuelle.

◆ LES DESTINATIONS EN FRANCE — ACCESSIBLES EN TRAIN

Ax-les-Thermes (Ariège, 4h30 de Paris), La Bourboule (Auvergne, 3h30), Évian-les-Bains (Haute-Savoie, 3h), Bagnères-de-Luchon (Pyrénées, 5h), Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales, 5h). Toutes accessibles en train depuis Paris sans voiture de location. La logistique est simple. La décision de partir l'est aussi.

◆ LA DÉCISION MANAGÉRIALE QUI PRÉCÈDE TOUT

Le Grand Ressourcement ne se décide pas à la veille du départ. Il se planifie 2 à 3 mois à l'avance — pour garantir la couverture de la production pendant l'absence, pour permettre à chacun d'organiser sa vie personnelle, et pour que l'anticipation elle-même contribue à la récupération. La recherche documente que l'anticipation d'un événement positif produit des effets bénéfiques sur l'humeur dès l'annonce — le pic de bien-être précède parfois le week-end lui-même.

◆◆◆

Un week-end en montagne aux sources chaudes. Sans programme. Sans formulaire. Sans consultant. La science dit que ça restaure ce que l'astreinte a épuisé. Le budget dit que c'est accessible. Il manque la décision.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

L'ÉTAT ET LE CORPS INVISIBLE

Pourquoi la souveraineté numérique commence par protéger ses ingénieurs

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

L'État français régule et protège les professions dont la disparition menacerait la continuité de la vie sociale. Il ne régule pas — et ne protège pas — le corps des ingénieurs et techniciens en infrastructure numérique bare-metal. Cette étude pose la question de l'asymétrie et formule six leviers concrets de politique publique pour corriger une situation qui menace directement la souveraineté numérique française et européenne.

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

RATIO

I

SECTION I · LA QUESTION QUI NE SUPPORTE PAS DE RÉPONSE COMMODE

L'ÉTAT TOLÈRE-T-IL LA DISPARITION DES AUTRES CORPS STRATÉGIQUES ?

La question est simple. Elle mérite une réponse directe avant tout développement analytique.

L'État tolère-t-il la disparition du corps médical ? Non. Il a créé l'Ordre des médecins, le numerus clausus, le statut de praticien hospitalier, les conventions avec l'Assurance Maladie. Quand les déserts médicaux sont apparus, il a décrété une urgence nationale et mobilisé des milliards.

L'État tolère-t-il la disparition du corps des pilotes ? Non. Les licences EASA sont réglementées, les qualifications maintenues par obligation légale, la formation initiale financée et encadrée.

L'État tolère-t-il la disparition du corps du BTP ? Non. Qualibat, Qualifelec, RGE, responsabilité décennale — le corps de la construction est certifié, réglementé, protégé par des obligations légales qui s'imposent aux donneurs d'ordre.

L'État tolère-t-il la disparition du corps des notaires, des pharmaciens, des architectes ? Non. Professions réglementées, accès contrôlé, titres protégés, sanctions pénales pour l'exercice illégal.

◆ LA QUESTION QUI EN DÉCOULE

Pourquoi l'État tolère-t-il alors l'assassinat lent du seul corps professionnel capable de conduire le chantier de la souveraineté numérique ?

Le technicien infrastructure, l'administrateur système, l'ingénieur SRE bare-metal — celui qui sait câbler un switch, diagnostiquer une panne réseau à 3h du matin, construire une infrastructure souveraine hors du cloud hyperscaler — n'a aucune protection. Aucun titre protégé. Aucun référentiel de compétences opposable. Aucune obligation de formation continue. N'importe qui peut se déclarer "ingénieur DevOps" demain matin et personne ne peut s'y opposer légalement.

Sans ce corps, OVHcloud, Ecritel, Scaleway et leurs équivalents européens ne trouveront plus de personnel pour leurs salles serveurs. La souveraineté numérique n'est pas une question de contrats — c'est une question de bras et de compétences. Et ces bras disparaissent.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · CE QUI SE PASSE QUAND L'ÉTAT N'AGIT PAS

LA DISSOLUTION DOCUMENTÉE

Le corpus Opération Dindon a documenté, étude après étude, les mécanismes de la dissolution du corps des ingénieurs infrastructure. Ce n'est pas une intuition — c'est un constat structurel accumulé sur douze études et plusieurs années d'observation de terrain.

◆ MÉCANISME 1 — LA CAPTURE COGNITIVE PAR LES HYPERSCALERS

"Anatomie de la Perdition" a documenté comment les certifications cloud ont remplacé la formation infrastructure dans les référentiels de compétences. Un ingénieur certifié AWS qui n'a jamais vu une salle serveur est recruté à la place d'un technicien qui maintient des systèmes depuis dix ans. Le marché suit les certifications. Les certifications suivent les hyperscalers. Les hyperscalers ont tout intérêt à ce que le marché dépende d'eux.

◆ MÉCANISME 2 — LA DILUTION PAR LES TITRES

"La Crise Infrationnelle" a documenté comment "Infrastructure as Code" et "DevOps" ont vidé les mots de leur substance. Le SRE bare-metal devient "ingénieur DevOps". L'administrateur système devient "cloud engineer". Les titres changent, les compétences sur la couche physique disparaissent des fiches de poste, et les RH recrutent sur les nouveaux titres sans comprendre ce qu'ils ont perdu dans la conversion.

◆ MÉCANISME 3 — LES SALONS QUI PLEURNICHENT SANS AGIR

Il existe en France et en Europe des dizaines d'associations, de think tanks, de salons et de groupes de travail sur la "souveraineté numérique". Ils publient des rapports. Ils organisent des tables rondes. Ils produisent des recommandations. Structurellement, ils ne changent rien. La souveraineté numérique ne se décrète pas dans un salon — elle se construit dans les salles serveurs, par des ingénieurs formés et maintenus en activité. Sans ce corps, tous les rapports du monde ne produiront pas un datacenter souverain fonctionnel.

◆ LE RÉSULTAT PRÉVISIBLE À 10 ANS

Si la tendance actuelle se maintient sans intervention de l'État, OVHcloud, Ecritel, Scaleway et leurs équivalents ne trouveront plus les compétences nécessaires pour opérer leurs infrastructures. Ils seront contraints soit d'importer massivement des compétences de pays tiers, soit de sous-traiter leur opération à des prestataires dont certains seront étrangers. La souveraineté numérique aura été perdue non par décision politique mais par épuisement silencieux d'un corps professionnel que personne n'a pensé à protéger.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · CE QUE L'ÉTAT SAIT FAIRE QUAND IL DÉCIDE D'AGIR

LES MODÈLES QUI FONCTIONNENT — DANS D'AUTRES CORPS

L'État n'est pas impuissant. Il sait protéger les corps professionnels quand il décide que leur disparition est inacceptable. Les modèles existent — il suffit de les transposer.

◆ MODÈLE 1 — LA PROFESSION RÉGLEMENTÉE AVEC TITRE PROTÉGÉ

Médecin, pilote, architecte, notaire — ces titres sont protégés par la loi. Les exercer sans les détenir est un délit. Cette protection crée une pression de marché vers la qualité : les donneurs d'ordre qui veulent ces compétences doivent recourir à des professionnels qualifiés. Le même mécanisme appliqué à "ingénieur infrastructure critique" ou "technicien systèmes et réseaux certifié" produirait une revalorisation immédiate du corps.

◆ MODÈLE 2 — LA CERTIFICATION OBLIGATOIRE DANS LES MARCHÉS PUBLICS

Pour construire un bâtiment public, un entrepreneur doit présenter des certifications (Qualibat, Qualifelec). Pour participer à un marché public de maintenance aéronautique, il faut des agréments DGAC. Pourquoi un prestataire qui opère l'infrastructure d'un hôpital, d'une mairie, ou d'un ministère n'est-il pas tenu de présenter des certifications de compétences infrastructure équivalentes ? L'absence de cette obligation dans les marchés publics numériques est un trou béant dans la politique de souveraineté.

◆ MODÈLE 3 — LA FORMATION INITIALE PROTÉGÉE ET FINANCÉE

Le BTS Systèmes Numériques, le BTS SIO, le DUT Réseaux & Télécoms — ces formations existent. Elles sont sous-dotées, sous-valorisées dans les orientations scolaires, et progressivement orientées vers le cloud au détriment de la couche physique. L'État qui décide que la formation infrastructure est stratégique y injecte des moyens, revalorise les filières, et intègre explicitement le bare-metal dans les référentiels — comme il a intégré la mécanique aéronautique dans les formations techniques aéronautiques.

RATIO

◆ NASSIHA — LA RÉGULATION NE DOIT PAS FERMER LES PORTES AUX AUTODIDACTES

Le corpus a documenté dans "Le Bleu" le risque d'une régulation qui exclut les profils autodidactes. Toute politique de protection du corps infrastructure doit intégrer des voies d'accès par la pratique — VAE, IDPE permanent, reconnaissance de l'expérience — et ne pas réserver l'accès aux seuls titulaires de diplômes formels. La protection du corps doit protéger les compétences, pas les parcours.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · CE QUE L'ABSENCE DE PROTECTION COÛTE

LE COÛT DE L'INACTION — CALCUL STRUCTUREL

L'argument de l'inaction est toujours le même : "protéger ce corps coûte cher, crée des rigidités, freine l'innovation". Cet argument ignore le coût de l'inaction — qui est systématiquement supérieur au coût de l'action préventive, dans tous les domaines où l'État l'a appris à ses dépens.

◆ COÛT 1 — LA DÉPENDANCE HYPERSCALER INDÉFINIE

Chaque ingénieur infrastructure qui quitte le marché pour se recycler en "cloud engineer" est un ingénieur qui ne reviendra pas sur le bare-metal. La dépendance de la France et de l'Europe aux hyperscalers américains s'approfondit en proportion directe de la pénurie de compétences infrastructure souveraines. Cette dépendance a un coût économique (egress fees, lock-in contractuel, pricing power des hyperscalers) et un coût géopolitique (CLOUD Act, extraterritorialité juridique, vulnérabilité aux décisions unilatérales américaines) que l'État supporte sans jamais le calculer explicitement.

◆ COÛT 2 — L'INCAPACITÉ OPÉRATIONNELLE DES ACTEURS SOUVERAINS

OVHcloud, Ecritel, Scaleway, Infomaniak, Clever Cloud — ces acteurs existent. Ils ont des datacenters. Ils ont des offres. Ils n'ont pas assez de personnel qualifié pour les opérer à l'échelle nécessaire. Ce n'est pas un problème de volonté commerciale — c'est un problème de vivier de compétences. Si l'État décidait demain que toute administration publique doit héberger ses données chez un acteur européen souverain, ces acteurs ne pourraient pas absorber la demande faute de techniciens et d'ingénieurs infrastructure formés. La politique de préférence n'a de sens que si le corps qui l'opérationnalise existe.

◆ COÛT 3 — LA SÉCURITÉ NATIONALE

Les infrastructures critiques nationales — réseaux d'énergie, réseaux de télécommunications, systèmes hospitaliers, réseaux de transport — reposent sur des systèmes informatiques que des ingénieurs infrastructure maintiennent. La pénurie de ces ingénieurs est une vulnérabilité de sécurité nationale que ni les RSSI, ni les consultants en cybersécurité ne peuvent compenser. Un RSSI sans ingénieur infrastructure pour implémenter ses recommandations est un médecin sans infirmière pour administrer les soins.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE LES ACTEURS DU MARCHÉ NE FERONT PAS SEULS

POURQUOI LE MARCHÉ NE CORRIGE PAS — ET NE CORRIGERA PAS

L'argument libéral classique face à la pénurie de compétences est que le marché s'auto-corrige : si les ingénieurs infrastructure sont rares, leurs salaires montent, ce qui attire de nouveaux entrants, ce qui résout la pénurie. Cet argument est juste dans un marché en équilibre. Il ne s'applique pas quand des acteurs puissants ont intérêt à ce que l'équilibre ne soit pas atteint.

◆ POURQUOI LES HYPERSCALERS N'ONT PAS INTÉRÊT À CE QUE LE CORPS SE RECONSTITUE

Un marché riche en ingénieurs infrastructure qualifiés est un marché où les clients peuvent choisir de ne pas utiliser les hyperscalers. La pénurie de compétences bare-metal est structurellement favorable aux hyperscalers — elle rend le cloud encore plus incontournable parce qu'il n'y a plus les compétences pour faire autrement. Les hyperscalers ne forment pas activement des ingénieurs bare-metal. Ils forment des "cloud architects" certifiés sur leurs propres plateformes. Ce n'est pas de la malveillance — c'est de la rationalité économique.

◆ POURQUOI LES EMPLOYEURS INDIVIDUELS N'INVESTISSENT PAS

Former un ingénieur infrastructure prend 2 à 5 ans. L'employeur qui investit dans cette formation court le risque que l'ingénieur parte chez un concurrent ou chez un hyperscaler une fois formé. Ce risque de free-riding réduit l'investissement privé dans la formation infrastructure en dessous du niveau socialement optimal — exactement le même mécanisme qui justifie l'intervention de l'État dans la formation des médecins, des pilotes et des ingénieurs nucléaires.

◆ POURQUOI LES SALONS NE SUFFISENT PAS

Les associations professionnelles et les salons de la souveraineté numérique produisent de la visibilité et du réseau. Ils ne produisent pas de techniciens. La visibilité sans corps professionnel formé est une conférence sur la désertification médicale sans former de médecins. La parole est nécessaire. Elle n'est pas suffisante. Et quand elle devient le substitut à l'action structurelle, elle est contre-productive — elle donne l'impression que quelque chose est fait alors que rien ne l'est.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION — SIX LEVIERS

CE QUE L'ÉTAT PEUT FAIRE — MAINTENANT

◆ LEVIER 1 — CRÉER UN STATUT FORMEL "INGÉNIEUR INFRASTRUCTURE CRITIQUE"

Titre inscrit au RNCP, accessible par cursus et par VAE, reconnu dans les conventions collectives avec une grille salariale protégée. Ce titre protège la compétence — pas le parcours. Il est accessible au Bleu autodidacte par VAE autant qu'au diplômé d'école d'ingénieurs. Il crée une pression de marché vers la reconnaissance des compétences bare-metal.

◆ LEVIER 2 — CERTIFICATIONS OBLIGATOIRES DANS LES MARCHÉS PUBLICS NUMÉRIQUES

Tout prestataire opérant l'infrastructure d'un organisme public — administration, hôpital, collectivité — doit justifier d'ingénieurs titulaires d'un titre de compétences infrastructure reconnu. Comme Qualibat pour le BTP. Comme les agréments DGAC pour la maintenance aéronautique. Cette obligation crée un marché pour la compétence et un désavantage compétitif pour les prestataires qui ont substitué des généralistes cloud à des ingénieurs infrastructure.

◆ LEVIER 3 — RÉINTÉGRER LE BARE-METAL DANS LES RÉFÉRENTIELS BTS ET DUT

Le BTS SIO, le BTS Systèmes Numériques, le DUT Réseaux & Télécoms doivent intégrer explicitement la couche physique dans leurs référentiels : câblage, hardware, systèmes bare-metal, diagnostic réseau physique. Le Socle du Fer — 26 semaines de l'électricité au réseau — est un programme clé en main disponible sous licence ouverte. Il peut être adapté en 12 mois dans un cursus BTS de 2 ans.

◆ LEVIER 4 — CONVENTIONNER LE SOCLE DU FER AVEC FRANCE TRAVAIL

La voie historique existe et a fonctionné pendant quinze ans. France Travail finance directement les organismes de formation agréés sur des formations en tension. L'infrastructure bare-metal est en tension structurelle documentée. Le conventionnement AFC suffit — pas besoin d'une loi, pas besoin d'un budget exceptionnel. Une décision administrative.

RATIO

◆ LEVIER 5 — PRÉFÉRENCE EUROPÉENNE DANS LES ACHATS PUBLICS NUMÉRIQUES

Intégrer une préférence explicite pour les acteurs souverains européens (OVHcloud, Ecritel, Scaleway, Hetzner, Infomaniak) dans les critères d'attribution des marchés publics numériques. Cette préférence crée de l'emploi infrastructure en France, finance les acteurs souverains, et réduit la dépendance au trio. Un État qui prêche la souveraineté numérique et héberge ses données chez AWS ne fait pas de la souveraineté — il en parle.

◆ LEVIER 6 — RAPPORT ANNUEL SUR L'ÉTAT DU CORPS INFRASTRUCTURE

L'État publie chaque année la démographie médicale, l'état des déserts médicaux, les besoins en formation. Il ne publie rien d'équivalent sur les compétences infrastructure numérique. Créer cette obligation de reporting — nombre d'ingénieurs SRE et administrateurs système en activité, évolution sur 5 ans, taux de reconversion vers le cloud, pénuries par région — rend visible ce qui est invisible. Et ce qu'on ne mesure pas, on ne le protège pas.

◆◆◆

L'État ne tolère pas la disparition des médecins. Il ne doit pas tolérer la disparition des ingénieurs qui maintiennent l'infrastructure numérique de la nation. Ce sont des corps stratégiques. Ils méritent le même traitement.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

L'UNIFORME DU CORPS

Rendre Visible ce qui est Invisible

Le Code Vestimentaire de l'Infrastructure

◆ POSITION DE CETTE ÉTUDE

L'uniforme est la manifestation physique de la nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra documentée dans "Le Ticket et le Talent". Il rend visible ce qui est jusqu'ici purement administratif. Il matérialise le corps — exactement ce que le corpus défend depuis le 8 mai 2026. Un corps sans uniforme est un corps sans frontières : difficile à défendre, difficile à valoriser, difficile à transmettre.

NIVEAUX	FRAIS	WATERMARK
5	**ENTREPRISE**	**HUMAN**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · POURQUOI UN UNIFORME DANS L'INFRASTRUCTURE

RENDRE VISIBLE CE QUI EST INVISIBLE

L'infrastructure est le seul corps technique sans signe distinctif visible. Le médecin porte la blouse blanche. L'électricien porte le casque et le gilet. Le chimiste porte la combinaison. L'ingénieur SRE qui maintient en vie les systèmes dont dépend l'ensemble de l'organisation arrive au bureau en jean et s'en va en jean. Personne ne sait qui il est, ce qu'il fait, ni quel niveau de responsabilité il porte.

◆ LE CORPS INVISIBLE — CE QUE L'ABSENCE D'UNIFORME DIT

L'absence d'uniforme dit trois choses simultanément. Elle dit que le travail de ce corps n'est pas différent du travail des autres — ce qui est faux. Elle dit que les niveaux de responsabilité sont interchangeables — ce qui est dangereux. Et elle dit que le contact avec la machine n'exige pas de protection particulière ni de signalement particulier — ce qui est une erreur culturelle profonde.

Dans tous les métiers techniques qui ont construit leur dignité professionnelle, l'uniforme a précédé ou accompagné la reconnaissance institutionnelle. La blouse blanche du médecin date du XIXe siècle — elle a précédé les ordres professionnels, les licences, les statuts. Elle a dit : cette personne est dans un rapport professionnel avec un sujet qui mérite le signe de ce rapport. Le datacenter mérite le même signe.

◆ LE LIEN AVEC LE TICKET ET LE TALENT

"Le Ticket et le Talent" a proposé une nomenclature structurée des métiers infrastructure : trois catégories (SysOps/NetOps/OpInfra), six niveaux, la Règle de Non-Dilution. Cette nomenclature existe sur papier. Elle n'existe pas dans l'espace physique — dans la salle de réunion, dans le datacenter, dans l'atelier. L'uniforme est la matérialisation physique de cette nomenclature. Il dit, sans un mot, à quel niveau de responsabilité on a affaire. Il rend la hiérarchie technique lisible pour ceux qui ne la connaissent pas — et respectable pour ceux qui la subissent.

◆ NASSIHA — L'UNIFORME N'EST PAS UNE CONTRAINTE

La première objection sera : "On n'est pas à l'usine." La bonne réponse est : le médecin n'est pas à l'usine non plus. L'uniforme n'est pas une marque de subordination — c'est une marque d'appartenance à un corps professionnel reconnu. La différence est fondamentale.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE CODE VESTIMENTAIRE — DÉTAIL ET JUSTIFICATION

CINQ NIVEAUX · CINQ SIGNAUX · UNE COHÉRENCE

NIVEAU	TENUE	CONTEXTE
Architecte Infrastructure	Tenue civile — au choix	Réunions, conception, pilotage. Rarement sur le terrain physique.
Lead SysOps · Lead NetOps · Principal SRE	**♂ Costume noir · Chemise blanche · Cravate rouge** ♀ Au choix — trois déclinaisons équivalentes : ① Tailleur-pantalon noir · Chemise blanche · Foulard rouge ② Tailleur-veste noir · Col blanc · Broche rouge ③ Robe fourreau noire · Col blanc · Écharpe rouge fine	Opérationnel et stratégique. Signal fort de niveau de responsabilité. Les trois déclinaisons féminines sont équivalentes en autorité — même triptyque noir/blanc/rouge, liberté de forme.
Ingénieur · Administrateur	**Blouse blanche** (terrain) · Civil (bureau/TT)	Blouse obligatoire en datacenter, atelier, lab. Civil en contexte administratif.
Technicien Terrain	**Blouse vert kaki** (militaire terrain)	Terrain permanent. Robustesse, fonctionnalité, connotation technique.
Technicien Support & Proximité	**Blouse bleue**	Contact utilisateur et équipement de bureau. Signal de disponibilité et de service.

HUMAN

◆ JUSTIFICATION DU TRIPTYQUE NOIR/BLANC/ROUGE POUR LES LEADS

Le Lead SRE ou le Principal SRE est le niveau de responsabilité le plus élevé sur le terrain opérationnel. C'est lui — ou elle — qui prend la décision lors d'un incident majeur, qui arbitre les priorités, qui engage la responsabilité du corps sur les choix techniques. Ce niveau mérite un signal visuel fort — pas un jean. Le rouge est le signal de commandement opérationnel : dans tous les corps structurés, cette couleur signifie l'autorité de décision. Le noir dit : ce n'est pas un technicien, ce n'est pas un manager — c'est un commandant technique.

Les femmes Leads disposent de trois déclinaisons équivalentes — toutes dans le triptyque noir/blanc/rouge, toutes au même niveau d'autorité visuelle, avec une liberté de forme que le costume masculin n'offre pas. Ce n'est pas une concession — c'est une reconnaissance que l'élégance féminine a plus de registres, et que le corps infrastructure doit les accueillir tous. Un code vestimentaire qui n'aurait pas pensé sa déclinaison féminine reproduirait exactement l'Amputation Invisible que ce corpus a documentée.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA BLOUSE BLANCHE COMME ACTE PROFESSIONNEL

LE DATACENTER COMME LIEU DE SOIN — L'INGÉNIEUR COMME PRATICIEN

La blouse blanche n'est pas un vêtement de protection au sens EPI — elle est un signal professionnel. Elle dit : je suis dans un rapport professionnel avec ce que je touche. Ce rapport exige de la méthode, de la précision, de la responsabilité. Celui qui entre dans le datacenter en blouse blanche dit quelque chose que celui qui entre en jean ne dit pas.

◆ LA MÉTAPHORE MÉDICALE — APPLICABLE SANS RESTRICTION

Le médecin porte la blouse blanche parce qu'il entre dans un rapport de soin avec un patient. La blouse dit : ce que je fais ici est sérieux, méthodique, et engage ma responsabilité professionnelle. L'ingénieur qui ouvre un rack de production entre dans le même type de rapport avec le système dont dépendent les utilisateurs, les données, parfois des vies. Il n'y a aucune raison que ce rapport soit moins signalé que celui du médecin avec son patient.

La blouse blanche de l'ingénieur infrastructure dit : je suis dans un rapport professionnel avec une infrastructure critique. Ce que je fais ici peut avoir des conséquences sur des milliers de personnes. Je le sais. Mon uniforme dit que je le sais.

◆ LE CONTEXTE D'OBLIGATION — TERRAIN UNIQUEMENT

La blouse blanche est obligatoire uniquement sur le terrain physique : datacenter, atelier, lab, salle serveur, environnement de test physique. Elle n'est pas requise au bureau, en télétravail, en réunion. Cette distinction est fondamentale — elle dit que l'uniforme n'est pas une contrainte bureaucratique, c'est un acte lié au contact avec la machine. Quand l'ingénieur quitte la salle serveur, il enlève la blouse. Comme le médecin qui quitte le bloc.

◆ LA BLOUSE COMME PROTECTION SYMBOLIQUE

Dans les disciplines techniques avancées, l'uniforme protège aussi celui qui le porte d'une autre manière : il protège de l'ambiguïté de son rôle. L'ingénieur en blouse blanche dans le datacenter n'est pas interpellé pour faire du support utilisateur. Il n'est pas confondu avec un prestataire externe. Son signal dit clairement : je suis le praticien de cette machine. La blouse crée une frontière professionnelle visible qui protège la concentration, la méthode et la responsabilité.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LES FRAIS À LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

LE CALCUL ÉCONOMIQUE — ET CE QU'IL RÉVÈLE

◆ ESTIMATION DES COÛTS PAR NIVEAU

Lead/Principal — déclinaison masculine (costume noir complet) : 2 costumes × 300-500€ = 600-1000€ acquisition. Nettoyage à sec : 15€/costume × 24 fois/an = 360€/an entretien. Total annuel : 560-700€/personne (amorti sur 3 ans).

Lead/Principal — déclinaison féminine ① (tailleur-pantalon noir) : 2 tailleurs × 250-450€ = 500-900€ acquisition. Nettoyage à sec : 12€/tailleur × 24 fois/an = 290€/an. Total annuel : 460-600€/personne.

Lead/Principal — déclinaison féminine ② (tailleur-veste + broche) : 2 tenues × 200-350€ + broche 20-80€ = 420-780€ acquisition. Entretien : 240€/an. Total annuel : 380-500€/personne.

Lead/Principal — déclinaison féminine ③ (robe fourreau + écharpe) : 2 robes × 150-300€ + 2 écharpes × 30-80€ = 360-760€ acquisition. Entretien laverie : 200€/an. Total annuel : 320-450€/personne.

Fourchette commune Lead/Principal toutes déclinaisons : 320-700€/an/personne — équivalente entre hommes et femmes, inférieure au coût d'une certification cloud AWS (2300-4300€).

Ingénieur/Administrateur (blouses blanches) : 3 blouses × 30-50€ = 90-150€ acquisition. Laverie : 3€/blouse × 48 semaines = 430€/an. Total annuel : 460-510€/personne.

Technicien terrain (blouses vert kaki) : 3 blouses × 25-40€ = 75-120€ acquisition. Laverie : 3€ × 48 semaines = 430€/an. Total annuel : 455-490€/personne.

Technicien support (blouses bleues) : Même structure. Total annuel : 455-490€/personne.

Architecte : 0€ (civil au choix, aucun coût pour l'entreprise).

◆ COMPARAISON AVEC LES DÉPENSES ACTUELLES

Une certification AWS Solutions Architect Professional coûte 300€ de frais d'examen, à laquelle s'ajoute une formation de 2000-4000€. Total : 2300-4300€ par personne. Une certification Google Cloud Professional : 200€ d'examen + 1500-3000€ de formation. L'entreprise dépense sans hésiter 2000 à 4000€ par ingénieur pour des certifications cloud qui renforcent le lock-in hyperscaler. Elle hésite devant 500€ par an pour un uniforme qui renforce l'identité et la dignité du corps. Ce contraste dit quelque chose sur les priorités de l'organisation.

◆ L'UNIFORME COMME AVANTAGE RH

Les frais de laverie et d'entretien à charge de l'entreprise constituent un avantage salarial net. Pour un ingénieur dont la blouse est lavée par l'entreprise, c'est 430€/an de pouvoir d'achat préservé — non imposable si traité comme frais professionnels. Dans un contexte de compression salariale documenté dans "La Boucle Infrationnelle", c'est un levier immédiatement activable sans révision de la grille salariale.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA RÉSISTANCE PRÉVISIBLE — ET LES RÉPONSES

TROIS OBJECTIONS · TROIS RÉPONSES

◆ OBJECTION 1 — "ON N'EST PAS À L'USINE"

L'OBJECTION : L'infrastructure, ce n'est pas la chaîne de montage. Nos ingénieurs sont des travailleurs du savoir, pas des opérateurs manuels. L'uniforme dégrade leur statut.

LA RÉPONSE : Le médecin n'est pas à l'usine. Le pharmacien n'est pas à l'usine. Le chercheur en laboratoire n'est pas à l'usine. Tous portent un uniforme parce qu'ils exercent une profession technique dans un contexte qui exige un signal de compétence et de responsabilité. "Travailleur du savoir" et "porte un uniforme" ne sont pas contradictoires — ils sont complémentaires. L'uniforme ne dégrade pas le statut — il le signale.

◆ OBJECTION 2 — "ÇA VA FAIRE FUIR LES TALENTS"

L'OBJECTION : Les ingénieurs SRE sont rares et exigeants sur leur environnement de travail. Imposer un uniforme va les repousser vers des organisations plus libres.

LA RÉPONSE : L'uniforme proposé n'est pas imposé en permanence — il est contextuel. La blouse blanche uniquement sur le terrain physique, le costume pour les Leads uniquement dans leur rôle de commandant technique. En dehors de ces contextes, le civil reste la norme. De plus, l'ingénieur qui choisit son organisation parce qu'elle reconnaît son corps professionnel visuellement est un ingénieur qui s'identifie à ce corps. C'est un signal de rétention, pas de répulsion.

◆ OBJECTION 3 — "CE N'EST PAS NOTRE CULTURE"

L'OBJECTION : La culture tech française et européenne valorise l'informalité. Le costume et l'uniforme appartiennent à la banque et à l'armée, pas à l'infrastructure numérique.

LA RÉPONSE : La culture tech informe aussi sur pourquoi l'infrastructure est invisible, dévalorisée et mal payée. Si la culture actuelle produit la Boucle Infrationnelle, l'Amputation Invisible et le Départ du Dernier Qui Sait — alors cette culture doit évoluer. L'uniforme n'est pas une importation d'une autre culture : c'est la construction d'une culture propre au corps infrastructure, cohérente avec sa responsabilité réelle.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · L'UNIFORME COMME ACTE DE SOUVERAINETÉ

UN CORPS SANS FRONTIÈRES EST UN CORPS SANS DÉFENSE

La thèse fondatrice du corpus — "Nulle Souveraineté sans Matière" — s'applique aussi au corps professionnel. Nulle souveraineté du corps sans frontières visibles. Un corps dont les membres sont indiscernables des autres travailleurs de l'organisation est un corps sans territoire propre — impossible à défendre, impossible à valoriser, impossible à transmettre.

◆ L'UNIFORME COMME PEAU VISIBLE DE LA SOUVERAINETÉ TECHNIQUE

La souveraineté technique repose sur trois conditions documentées dans cette étude et dans le corpus : les ingénieurs qui savent, les outils qui permettent, la décision politique qui crée les conditions. L'uniforme est la quatrième condition — celle qui rend les trois premières visibles. Un ingénieur sans uniforme dans un datacenter est un savoir sans signal. Un Lead SRE sans costume dans une réunion de crise est une autorité sans marque. La souveraineté technique commence dans les corps — et les corps doivent être lisibles.

◆ LE MODÈLE COMPLET — NOMENCLATURE + UNIFORME + FORMATION

Le corpus a construit un modèle cohérent en trois couches. "Le Ticket et le Talent" a donné la nomenclature — SysOps/NetOps/OpInfra, six niveaux, Règle de Non-Dilution. "Le Socle du Fer" a donné la formation — 26 semaines, de l'électricité à Kubernetes. "L'Uniforme du Corps" donne la visibilité — cinq niveaux, cinq signaux, un code cohérent. Ces trois couches ensemble constituent un corps professionnel complet : nommé, formé, visible. C'est ce qu'aucune organisation française n'a encore construit pour son infrastructure.

◆ CE QUE L'UNIFORME DIT QUE LE CONTRAT NE DIT PAS

Le contrat de travail dit le niveau hiérarchique. La fiche de paie dit le salaire. Le badge dit l'entreprise. L'uniforme dit ce que les trois autres ne disent pas : à quel corps professionnel on appartient, quel rapport on a avec la machine, quel niveau de responsabilité technique on porte. C'est un signal qui précède la parole, qui traverse la salle de réunion avant que l'ingénieur ait ouvert la bouche. Dans un monde où le corps infrastructure est invisible, ce signal est révolutionnaire.

◆◆◆

Un corps sans uniforme est un corps sans frontières.
Un corps sans frontières est un corps sans défense.
Un corps sans défense est un corps qui disparaît.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA BLOUSE COMME ASCENSEUR SOCIAL

LE SIGNE QUI PRÉCÈDE LA PROMOTION — LE GALON QUI MOTIVE

C'est l'angle que les six sections précédentes n'avaient pas dit — et le plus puissant. La blouse n'est pas seulement un signal d'appartenance. Elle est un ascenseur social visible, quotidien, physique. Celui en blouse bleue voudra la kaki. Celui en kaki voudra la blanche. Celui en blanche voudra le costume — ou le tailleur, ou la robe fourreau. Ce désir n'est pas abstrait — il est gravé dans le tissu de la salle de repos, du couloir, du datacenter.

◆ LE MODÈLE MILITAIRE — LE GRADE COMME MOTIVATION PHYSIQUE

Le grade militaire est le modèle le plus documenté d'ascenseur social par le signe visible. Le soldat qui regarde les galons du sergent ne voit pas une abstraction RH — il voit un objectif physique, daté, atteignable par des critères connus. Ce n'est pas "évoluez dans votre carrière" — c'est : ces galons existent, ces critères sont publics, cette progression est possible. La motivation est quotidienne parce que le signe est quotidien.

Le technicien support en blouse bleue qui croise l'ingénieur en blouse blanche dans le couloir du datacenter voit exactement la même chose. Pas une promesse dans un entretien annuel — un objet physique, porté par quelqu'un de réel, qui dit : ce niveau existe, il est atteignable. La blouse blanche est plus motivante qu'une augmentation promise pour dans dix-huit mois.

◆ LA TRANSPARENCE DES CRITÈRES — LA BLOUSE OBJECTIVEMENT GAGNÉE

L'ascenseur ne fonctionne que si les critères de changement de blouse sont publics, objectifs et incontestables. La blouse ne change pas parce que le manager a décidé — elle change parce que les critères de la nomenclature documentés dans "Le Ticket et le Talent" sont atteints. Six niveaux, trois catégories, des critères de compétence définis. Personne ne peut refuser la blouse blanche à celui qui a les critères. Personne ne peut la retirer à celui qui les maintient. Cette transparence protège contre le favoritisme, l'arbitraire et la discrimination. Elle dit : le chemin est là, il est le même pour tous, et il est mesurable. C'est ce que l'entretien annuel avec son manager bienveillant mais subjectif ne peut pas garantir.

HUMAIN

◆ LA RESPONSABILITÉ DU SIGNE — LA CHAÎNE DU REGARD

Le mécanisme fonctionne dans les deux sens. Celui qui porte le rouge — cravate, foulard, broche ou écharpe — est regardé par ceux qui portent la blouse blanche. Celui qui porte la blanche est regardé par le kaki. Celui qui porte le kaki est regardé par le bleu. Cette chaîne de regard est un mécanisme de tenue professionnelle — non imposé par le règlement intérieur, mais par le poids social du signe. On ne porte pas le signe rouge sans se sentir regardé par ceux qui voudraient le porter. Ce regard est une responsabilité quotidienne — plus efficace que n'importe quel management par objectifs.

◆◆◆

Celui en bleu voudra le kaki. Celui en kaki voudra la blanche.
Celui en blanc voudra le costume — ou le tailleur, ou la robe fourreau.
Ce désir est l'ascenseur. Le signe est le moteur.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE BLEU

Ce que le diplôme ne mesure pas

Autodidactes, alternants, stagiaires

et la proposition IDPE permanent

RATIO

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude s'inscrit dans le corpus Opération Dindon, après "Anatomie de la Perdition" (dissolution des compétences infrastructure), "La Maîtrise du Fer" (concentration du hardware), "L'Économie du Silence" (uptime comme seule métrique SRE) et "Le Silence des Salles" (absence des femmes en infrastructure). Elle traite d'un quatrième angle borgne : les profils compétents que le filtre du diplôme et de la certification exclut du marché — et formule une proposition concrète de politique publique pour corriger ce filtre en s'appuyant sur un mécanisme qui existe déjà en droit français.

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Ancien formateur

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE CAS D'ÉCOLE

LE BLEU

Lors d'un entretien de stage de fin d'études, un jeune homme se présente. Pas de diplôme d'ingénieur, pas de certification constructeur, pas de ligne impressionnante sur un CV encore vide. Mais en dix minutes, il explique comment il a assemblé et optimisé une plateforme de minage de cryptomonnaies — matériel sélectionné composant par composant, refroidissement calculé, consommation électrique compressée au minimum parce que c'est Mamie qui paye la facture EDF.

Ce jeune homme comprend la puissance électrique, la dissipation thermique, l'optimisation sous contrainte budgétaire réelle, et le rapport coût/performance du matériel. Il a appris tout cela seul, sur ses propres deniers, avec une contrainte de bilan qui rend beaucoup d'ingénieurs diplômés inconfortables. Il est recruté ce jour-là. Il deviendra un excellent SRE. On l'appellera "le Bleu" — parce qu'il arrive sans couleurs, et qu'il en prend rapidement.

CE QUE LE BLEU SAIT QUE LE CV NE DIT PAS

L'optimisation électrique sous contrainte financière réelle est l'une des compétences les plus directement transférables à l'administration de datacenter. Quelqu'un qui a réduit la consommation d'une plateforme de minage de 15% pour ne pas dépasser un budget familial a pratiqué, sans le nommer, le FinOps physique. Ce n'est pas un hobby. C'est de l'ingénierie de terrain.

Le Bleu n'est pas un cas isolé. Il est le représentant d'une catégorie entière de profils que le marché de l'infrastructure exclut systématiquement avant même l'entretien — parce que leur compétence ne se présente pas dans le bon format. Cette étude analyse les mécanismes de cette exclusion et propose un levier de correction qui existe déjà dans le droit français.

◆ NASSIHA — PRÉCISION DE MÉTHODE

Le terme "diplôme" est utilisé dans cette étude au sens large : il désigne l'ensemble des titres formels — diplôme d'État, titre RNCP, certification constructeur ou éditeur — utilisés comme filtres d'entrée sur le marché du travail en infrastructure. La critique porte sur l'usage de ces titres comme substitut à l'évaluation de la compétence réelle, pas sur leur existence ou leur utilité pédagogique.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA CULTURE DU PAPIER

LE DIPLÔME COMME PROXY — CE QU'IL FILTRE BIEN ET CE QU'IL FILTRE À TORT

Le diplôme est un proxy. Il ne mesure pas directement la compétence — il mesure la capacité à avoir suivi un cursus défini, dans un temps défini, avec les ressources nécessaires pour le faire. Ce proxy est utile dans de nombreux cas : il garantit un socle commun, il réduit l'incertitude du recruteur face à un inconnu, il signale une capacité d'apprentissage structuré. Ces utilités sont réelles.

Mais un proxy n'est pas la mesure directe. Et quand le proxy devient le seul critère d'accès, il exclut mécaniquement tous les profils dont la compétence réelle dépasse ce que le proxy peut capturer. En infrastructure système et réseau, ce découplage est particulièrement fréquent — parce que la compétence infrastructure s'acquiert massivement par la pratique, par l'exposition aux pannes, par la curiosité technique autonome. Des vecteurs qui ne passent pas par les cursus formels.

◆ CE QUE LE DIPLÔME FILTRE CORRECTEMENT

Un minimum de socle théorique vérifiable. Une exposition à des méthodes de travail structurées. Une capacité à apprendre dans un cadre institutionnel. Ces éléments sont utiles à vérifier, et le diplôme le fait raisonnablement bien pour les profils qui ont suivi ce chemin.

◆ CE QUE LE DIPLÔME FILTRE À TORT

La compétence acquise hors cursus — par l'autodidaxie, par des projets personnels, par des années de production sans filet. La capacité de diagnostic sous pression, qui ne s'apprend pas en cours magistral. L'ingéniosité sous contrainte réelle, que le Bleu a développée parce que Mamie n'avait pas de budget illimité. Ces compétences ne laissent pas de trace dans un système de diplômes — elles laissent une trace dans les systèmes qui tournent.

◆ LE PARADOXE DU RECRUTEUR RATIONNEL

Un recruteur qui utilise le diplôme comme filtre dur agit rationnellement au niveau individuel — il réduit son coût de tri. Mais au niveau du secteur, il produit collectivement un marché qui sous-utilise son vivier de compétences réelles et surpaye des titres qui ne correspondent pas toujours à des capacités opérationnelles. Le résultat agrégé de décisions individuellement rationnelles est collectivement sous-optimal. C'est un effet de système classique.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SECTION 3B · LE RENVERSEMENT DU FLUX

LE STAGIAIRE COMME VECTEUR DE CONNAISSANCE FRAÎCHE

La section précédente a décrit le stagiaire comme un profil exposé à l'extraction sans retour — il contribue, il repart sans garantie. Cette description est juste mais incomplète. Elle ne capture qu'un seul sens du flux. Il en existe un second, plus subtil et systématiquement ignoré dans le discours sur le stage : le stagiaire apporte aussi quelque chose que l'équipe en place n'a pas.

Le SRE senior qui maintient une infrastructure en production depuis cinq ans est excellent dans ce qu'il fait. Il connaît son système mieux que quiconque. Mais son temps de R&D est nul ou proche de nul. La production absorbe tout. Les mises à jour de fond, les nouvelles technologies, les architectures émergentes — il en entend parler, il ne les pratique pas. Il est à jour sur ce qui tourne. Il est en retard sur ce qui arrive.

◆ LE BLEU M'A APPRIS QUELQUE CHOSE

Quand le Bleu a rejoint l'équipe, il a introduit des concepts que personne n'avait pratiqués : matériel de minage, architecture blockchain, optimisation de la consommation électrique sous contrainte. Ce n'était pas encore dans nos infrastructures. C'était dans son garage. Il avait six mois d'avance sur les sujets que le secteur allait poser comme questions sérieuses deux ans plus tard. Son ignorance du fonctionnement de notre système était réelle — et temporaire. Sa connaissance du terrain technique émergent était une ressource que nous n'avions pas et que nous ne pouvions pas nous offrir autrement.

◆ POURQUOI LE STAGIAIRE A-T-IL CETTE AVANCE ?

Le stagiaire n'a pas encore les contraintes de la production. Il n'a pas de système à garder en vie à 3h du matin. Il n'a pas de tickets d'incidents à traiter avant de pouvoir penser à autre chose. Cette absence de contrainte, qui semble un déficit, est en réalité ce qui lui permet de consacrer du temps à la recherche, à l'expérimentation, à l'exploration de technologies qui n'ont pas encore de use case établi. Il explore pendant que le senior maintient. Les deux sont nécessaires. Aucun ne remplace l'autre.

◆ UN FLUX BIDIRECTIONNEL QUE LE STAGE DEVRAIT FORMALISER

Le modèle implicite du stage est unidirectionnel : l'entreprise transmet son savoir au stagiaire, le stagiaire apprend. Ce modèle sous-exploite la relation. Un stage bien conçu formalise explicitement le flux dans les deux sens — le stagiaire apprend le système en production, l'équipe apprend du stagiaire sur ce qu'il pratique hors production. Ce n'est pas de la bienveillance. C'est de la gestion de la connaissance.

◆ NASSIHA — LA LIMITE DE CETTE THÈSE

Cette thèse ne s'applique pas uniformément à tous les stagiaires. Elle s'applique aux profils autodidactes actifs — ceux qui ont une pratique personnelle intense hors cursus, comme le Bleu. Un stagiaire qui n'a pas de pratique autonome n'apporte pas nécessairement de connaissance fraîche. La condition d'activation de ce flux inverse est l'existence d'une curiosité technique autonome chez le stagiaire — précisément le profil que les filtres de recrutement actuels tendent à ne pas reconnaître.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES TROIS PROFILS EXCLUS

AUTODIDACTE · ALTERNANT · STAGIAIRE

Trois profils distincts se heurtent au filtre du diplôme et de la certification en infrastructure, par des mécanismes différents. Ils partagent un point commun : leur compétence réelle est systématiquement sous-évaluée par les filtres formels d'entrée sur le marché.

◆ PROFIL 1 — L'AUTODIDACTE

Le Bleu est l'archétype. Compétence technique réelle, parfois supérieure au diplômé moyen, acquise par la pratique, la curiosité et l'exposition à des problèmes réels. Son obstacle : il ne passe pas les filtres automatiques des ATS (Applicant Tracking Systems) qui écartent les CV sans diplôme avant qu'un œil humain ne les lise. Il n'existe pas pour le marché formel — même s'il fait tourner des systèmes en production depuis des années. Son seul levier actuel : trouver un recruteur ou un formateur qui accepte de regarder ce qu'il sait faire plutôt que ce qu'il a sur le papier.

◆ PROFIL 2 — L'ALTERNANT

L'alternant est dans la situation inverse : il a la légitimité institutionnelle en cours d'acquisition, mais le marché le traite pendant toute sa période de formation comme un profil "pas encore prêt". Il est sur le terrain, il contribue réellement à la production, mais son statut de "encore étudiant" crée une friction à la conversion en CDI — certains employeurs préfèrent garder l'alternant en alternance plutôt que de convertir, pour des raisons de coût et de souplesse. La voie d'entrée conseillée par le secteur produit paradoxalement ses propres boucles d'extraction.

◆ PROFIL 3 — LE STAGIAIRE

Le stagiaire est le profil le plus exposé à l'extraction sans retour. Il apporte une contribution réelle — souvent sur des tâches que les équipes n'ont pas le temps de traiter — et repart sans garantie de conversion, sans reconnaissance formelle de sa contribution, et parfois sans référence exploitable sur le marché. Le stage en infrastructure est structurellement déséquilibré : l'entreprise obtient de la capacité de travail à coût marginal, l'apprenant obtient une expérience qui ne se traduit pas toujours en accès au marché.

RATIO

◆ NASSIHA — CES TROIS PROFILS NE SONT PAS INTERCHANGEABLES

Leurs obstacles sont distincts et leurs leviers de correction le sont aussi. Traiter ces trois profils comme un groupe homogène produirait des recommandations inadaptées. La proposition IDPE de la section 5 cible principalement l'autodidacte. L'alternance est déjà un levier recommandé — la section 5 identifie ce qu'elle ne résout pas. La question du stagiaire relève davantage du droit du travail et de la politique de conversion que de la reconnaissance des titres.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE DEUXIÈME VERROU

LA CERTIFICATION COMME BARRIÈRE D'ENTRÉE ARTIFICIELLE

Au filtre du diplôme s'est ajouté un second verrou, plus récent et plus insidieux : la certification constructeur ou éditeur imposée comme condition d'accès implicite ou explicite à de nombreux postes en infrastructure. AWS Solutions Architect, Azure Administrator, certification Cisco, certification VMware — ces titres sont devenus des signaux de marché que les recruteurs utilisent comme le diplôme : un proxy de compétence, avec les mêmes avantages et les mêmes défauts.

"Anatomie de la Perdition" a documenté ce mécanisme sous l'angle de la capture cognitive par les hyperscalers : la certification ne certifie pas la compétence générique en infrastructure — elle certifie la maîtrise d'un produit particulier, dans la version qui était actuelle au moment du passage de l'examen. Elle est un outil de fidélisation commerciale autant qu'un outil de reconnaissance de compétence.

◆ LE PARADOXE DE LA CERTIFICATION EN INFRASTRUCTURE

Un candidat certifié AWS qui n'a jamais vu une salle serveur physique, n'a jamais câblé un switch, n'a jamais diagnostiqué une panne réseau en production à 3h du matin est considéré comme plus qualifié par de nombreux recruteurs qu'un Bleu qui a dix ans de terrain sur métal nu. Ce paradoxe est le symptôme direct de la dissolution des hard limits décrite dans "Anatomie de la Perdition" : quand la compétence physique disparaît des critères d'évaluation, ce qui reste est la maîtrise des interfaces de service — et les certifications qui les valident.

◆ LE COÛT INACCESSIBLE DE LA CERTIFICATION POUR L'AUTODIDACTE

Une certification cloud ou constructeur coûte entre 200 et 400 euros par examen, sans compter le coût de la formation préparatoire. Pour un autodidacte sans emploi stable ou un alternant en formation, ce coût est prohibitif. Le marché exige donc, pour valider une compétence souvent déjà acquise, un investissement financier qui exclut précisément les profils qui ont acquis cette compétence par leur propre effort plutôt que par un cursus financé. C'est un filtre économique autant qu'un filtre de titre.

◆ LE SOCLE DU FER COMME CONTRE-PROPOSITION

Le programme pédagogique de ce corpus — 26 semaines, de l'électricité à la sécurité réseau — a été conçu précisément pour restaurer la compétence sur métal nu, indépendamment de toute certification constructeur. Un apprenant qui complète ce parcours dispose d'une compétence générique et transférable que ne garantit aucune certification cloud. Ce n'est pas une posture anti-certification — c'est un rappel que la compétence fondamentale précède et conditionne la pertinence de toute spécialisation certifiée.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA SPÉCIFICITÉ FRANÇAISE

L'IDPE — UN OUTIL QUI EXISTE ET QU'ON N'UTILISE PAS

La France dispose d'une spécificité juridique remarquable : le titre d'ingénieur n'est pas réglementé par la loi. Contrairement à d'autres professions réglementées (médecin, avocat, architecte), n'importe qui peut exercer comme ingénieur sans titre formel — c'est le marché qui décide qui est ingénieur ou non. Ce qui est protégé, c'est le titre d'*ingénieur diplômé*, délivré par des écoles accréditées par la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI).

Dans ce cadre existe déjà un mécanisme officiel, peu connu et très sous-utilisé : **L'Ingénieur Diplômé Par L'État (IDPE)**. Ce titre d'ingénieur délivré par l'État est accessible à des professionnels en activité qui, sans avoir suivi un cursus d'ingénieur classique, ont démontré par leur parcours et leurs réalisations une compétence équivalente. Le dossier est instruit par une école d'ingénieurs accréditée CTI, et la décision finale appartient à un jury indépendant.

◆ LE VERROU ACTUEL : LE CALENDRIER ANNUEL DU JOURNAL OFFICIEL

Le problème de l'IDPE n'est pas sa conception — elle est juste. Le problème est son rythme d'accès : l'ouverture des candidatures est annoncée au Journal Officiel une fois par an, à une date non prévisible. Pour un professionnel qui découvre ce mécanisme en dehors de la fenêtre annuelle, l'attente peut durer jusqu'à douze mois. Pour un autodidacte en recherche active d'emploi, cette friction administrative est souvent disqualifiante. Le Bleu ne peut pas attendre le prochain JO pour être reconnu.

◆ MÉCANIQUE ACTUELLE DE L'IDPE

1 — Annonce d'ouverture publiée au Journal Officiel (une fois par an, date variable)
2 — Dépôt du dossier par le candidat auprès d'une école CTI partenaire
3 — Instruction du dossier par l'école (analyse du parcours, des réalisations, des compétences)
4 — Passage devant un jury qui statue sur l'équivalence avec le niveau ingénieur
5 — Délivrance du titre d'ingénieur diplômé par l'État si le jury est favorable

Le processus est rigoureux et légitime. La contrainte du calendrier annuel est la seule barrière artificielle à lever.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION

IDPE PERMANENT — SESSIONS CONTINUES DANS LES ÉCOLES CTI

La proposition est simple à formuler, précise à mettre en œuvre, et ne nécessite pas de créer un nouveau mécanisme : **supprimer la contrainte du calendrier annuel du Journal Officiel et autoriser les écoles d'ingénieurs accréditées CTI à instruire les dossiers IDPE en sessions continues, toute l'année, au cas par cas.**

La mécanique reste identique à aujourd'hui — dossier, instruction par l'école, jury, décision. Seule la contrainte temporelle est levée. Un Bleu qui découvre l'IDPE en janvier peut déposer son dossier en janvier. Une école CTI qui dispose d'un jury constitué peut instruire en mars. La reconnaissance ne dépend plus d'une fenêtre administrative annuelle imprévisible.

◆ CE QUE CETTE PROPOSITION RÉSOUT CONCRÈTEMENT

Un autodidacte en infrastructure avec dix ans de production sur métal nu peut faire valider son niveau par une école CTI, obtenir un titre d'ingénieur diplômé par l'État, et se présenter sur le marché avec une reconnaissance officielle de ce qu'il est réellement. Il cesse d'être invisible aux filtres automatiques. Il peut prétendre aux postes qui exigent formellement un diplôme d'ingénieur. Le titre reflète la compétence plutôt que de la remplacer.

◆ OBJECTION 1 — "LES ÉCOLES N'ONT PAS D'INTÉRÊT À INSTRUIRE CES DOSSIERS"

L'instruction d'un dossier IDPE représente un coût en temps pour l'école (analyse du dossier, constitution et convocation du jury). Ce coût peut être couvert par des frais d'instruction, comme c'est le cas pour la VAE dans d'autres cursus. L'école y trouve un modèle économique complémentaire à son activité principale, et un ancrage dans le tissu professionnel local. Ce n'est pas un service gratuit — c'est un service tarifé qui bénéficie aux deux parties.

◆ OBJECTION 2 — "CELA VA DÉVALUER LE TITRE D'INGÉNIEUR"

Le titre IDPE est déjà délivré par un jury composé d'ingénieurs diplômés, selon les mêmes standards que le titre CTI. Ce n'est pas un titre allégé — c'est une voie d'accès alternative au même titre. La dévaluation viendrait d'une baisse des exigences du jury, pas d'une ouverture du calendrier. Rendre l'accès continu ne change pas les critères — cela retire une friction administrative qui n'a aucune justification technique.

◆ LIEN AVEC LA VAE — UNE COHÉRENCE À CONSTRUIRE

La Validation des Acquis de l'Expérience (VAE) permet déjà d'obtenir des diplômes et titres par la reconnaissance de l'expérience professionnelle. L'IDPE permanent en serait la déclinaison spécifique pour le titre d'ingénieur — avec la rigueur du jury CTI en plus. Ces deux mécanismes devraient être articulés explicitement, de façon à créer un continuum de reconnaissance des compétences non formelles qui va du titre RNCP jusqu'au titre d'ingénieur diplômé par l'État.

◆◆◆

Le Bleu existe. Il travaille en production. Il maintient des infrastructures que d'autres ne savent pas déboguer. Il mérite un titre qui dit ce qu'il est — pas une page blanche qui dit ce qu'il n'a pas.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MANIFESTE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

DU PUITS AU HEAD OF SRE

Huit Épisodes · Une Chaîne Continue

Pourquoi le Corpus n'est pas Théorique

HUMAN

◆ CE QUE CE DOCUMENT EST

Opération Dindon est un corpus de plus de trente études structurelles. Chaque thèse — le métal précède le code, nulle souveraineté sans matière, la maîtrise du fer, la transmission du savoir tacite — a une origine dans une expérience vécue. Ce document retrace cette expérience en huit épisodes. Il ne remplace pas les études — il dit d'où elles viennent. Et il répond à la question que tout lecteur du corpus finit par se poser : qui est l'homme qui écrit ça, et pourquoi devrait-on le croire ?

ÉPISODES	ANNÉES	WATERMARK
8	**45+**	**HUMAN**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

ÉPISODES 1 & 2 · LES FONDATIONS PHYSIQUES

LE PUITS · L'ARMOIRE ÉLECTRIQUE · L'ORDINATEUR SAKHR

◆ ÉPISODE 1 — LE CLUSTER HYBRIDE (0-6 ANS) · LE VRAI BARE-METAL

Amine naît dans un monde de contrastes. Il grandit entre la ville et la campagne primitive — d'un côté les prémices de la modernité, de l'autre un monde sans robinet ni prise électrique. Quand l'eau ne vient pas d'une API, il faut gérer son propre stockage et sa latence : le chemin vers le puits.

C'est ici le vrai Bare-Metal. Pas comme concept de datacenter — comme réalité quotidienne. La résilience n'est pas une propriété d'un système distribué. C'est une façon de vivre quand il n'y a pas de filet.

Ce que cet épisode donne au corpus : "Nulle Souveraineté sans Matière" n'est pas une thèse abstraite. C'est une leçon apprise avant six ans. La souveraineté, c'est de savoir d'où vient l'eau — et de pouvoir aller la chercher soi-même si l'API tombe.

◆ ÉPISODE 2 — L'ÉTINCELLE ET LE SILICIUM (6-15 ANS) · LE PREMIER MENTOR

Le grand-oncle, ingénieur à l'OCP Group, devient le premier maâllem. Il ouvre les armoires électriques et montre comment dompter la foudre. Le courant électrique n'est pas une abstraction — c'est quelque chose qu'on voit, qu'on entend, qu'on peut toucher (avec précaution) et qu'on peut maîtriser.

Parallèlement, Amine pose ses mains sur un ordinateur Sakhr. C'est le coup de foudre — dans les deux sens du terme. Il comprend que le monde se divise en deux : ceux qui subissent la physique et ceux qui la programment.

Ce que cet épisode donne au corpus : la chaîne U = R × I → LED → moteur → Arduino → GPU → IA trouve son origine ici. Le grand-oncle de l'OCP est le premier maillon de la chaîne éducative que le corpus propose à tous les professeurs de physique qui lisent le Socle Anti-Amputation.

◆ LE LIEN CORPUS — "LA DÉSAMPUTATION À LA SOURCE"

Ce que le grand-oncle a fait — ouvrir une armoire électrique et montrer l'intérieur — est exactement ce que le Socle Anti-Amputation demande aux professeurs de physique du collège. L'invitation explicite : "viens voir ce qu'il y a dedans." Ce geste, répété à l'échelle nationale, est la désamputation. Il a fonctionné pour Amine. Il peut fonctionner pour des milliers d'autres.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODES 3 & 4 · LE TERRAIN ET LE COMPOSANT

LES PARABOLES · LE FER À SOUDER · LE RESPECT DU MÉTAL

◆ ÉPISODE 3 — LE PIRATE DES ONDES (15-20 ANS) · L'ANTENNISTE DE L'OMBRE

Lycée scientifique le jour, antenniste de l'ombre le soir. Amine escalade les toits pour aligner des paraboles. Il plonge dans l'électronique des récepteurs satellite pour s'offrir son argent de poche. Il ne se contente pas d'étudier l'automatisme et les réseaux à l'école — il les pratique sur le terrain, fer à souder à la main.

Les signaux satellite ne sont pas des abstractions dans un cours de physique. Ils ont une fréquence, une polarisation, une puissance mesurable. Un alignement de parabole au dixième de degré près change tout. La précision n'est pas une qualité — c'est une nécessité.

CE QUE CET ÉPISODE DONNE AU CORPUS : "Le Socle du Fer" parle de 26 semaines de formation de l'électricité à Kubernetes. L'épisode 3 dit que ce socle peut aussi s'apprendre sur les toits, la nuit, avec un multimètre et une motivation personnelle. La formation in situ est parfois plus efficace que la formation en salle.

◆ ÉPISODE 4 — L'ARTISAN DU HARDWARE (20-25 ANS) · LE RESPECT SACRÉ DU MÉTAL

Avant d'automatiser des serveurs à 18 000€, Amine travaille au composant. Indépendant, il ressuscite des téléviseurs, des téléphones Nokia, libère des décodeurs Canal+. C'est là qu'il forge ce que le corpus appelle "le respect sacré pour le Métal".

Pour lui, si tu ne sais pas ce qu'il y a sous le capot, tu ne maîtrises rien. Un ingénieur qui n'a jamais ouvert un serveur, jamais remplacé une alimentation, jamais lu les logs d'un BIOS, comprend l'infrastructure comme un conducteur qui ne sait pas ce qu'il y a sous le capot de sa voiture. Il peut conduire par beau temps. Il est perdu quand ça tombe en panne.

CE QUE CET ÉPISODE DONNE AU CORPUS : "Le métal précède le code" n'est pas un slogan. C'est une conviction forgée en ressuscitant des téléviseurs dans un atelier. Et cette conviction est la fondation de tout : de la RSCNC32, du Gibs marocain, du Socle Anti-Amputation, et de l'argument central d'Opération Dindon.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODES 5 & 6 · LA TRANSMISSION ET L'EXPLOITATION

TELINF · EPF · ECRITEL · LA PROMESSE QU'ON TIENT CHAQUE NUIT

◆ ÉPISODE 5 — LE MAÎTRE DE LA MATRICE (25-32 ANS) · De l'élève au professeur

Amine officialise son expertise au centre Telinf à Paris. Il est si brillant qu'il passe d'élève à professeur. Il enseigne les systèmes et réseaux tout en encadrant les futurs ingénieurs de l'EPF Engineering School à Sceaux. C'est l'époque de la transmission.

La transmission n'est pas un complément à l'expertise — c'est son test ultime. Un ingénieur qui ne peut pas expliquer ce qu'il fait à quelqu'un qui ne le sait pas encore ne maîtrise pas vraiment son sujet. L'enseignement force la clarté. Il révèle ce qu'on croit comprendre mais qu'on ne comprend pas encore assez bien pour l'expliquer.

Formateur depuis 2006 — cette date dans la signature n'est pas une ligne de CV. C'est une continuité. Vingt ans de transmission, d'abord en école d'ingénieurs, maintenant via le corpus Opération Dindon.

Ce que cet épisode donne au corpus : "Les Compagnons du Numérique", "Le Mentor et le Métal", "Le Socle Anti-Amputation" — ces études sur la transmission sont écrites par quelqu'un qui a enseigné. Pas par quelqu'un qui a lu des articles sur l'enseignement.

◆ ÉPISODE 6 — LE BAPTÊME DE LA PROD (32-41 ANS) · Le feu sacré de l'exploitation

Fini la théorie — place au feu sacré de l'exploitation chez Ecritel. Amine commence au support de proximité pour finir Responsable d'Exploitation chez OXYD. Il gère des datacenters, dompte des serveurs Linux, et apprend que la Haute Disponibilité n'est pas un concept — c'est une promesse qu'on tient chaque nuit d'astreinte.

C'est ici que naît l'expérience documentée dans "L'Exodus Accompagné" — les migrations de A à Z, les réunions tripartites, l'accès root, le DAT, les COPIL. Ce n'est pas de la littérature technique — c'est du vécu d'exploitation, nuit après nuit.

Ce que cet épisode donne au corpus : "Le Pager et le Corps", "L'Économie du Silence", "Le Silence des Salles" — ces études sur la charge invisible de l'exploitation sont écrites par quelqu'un qui a été de garde. Par quelqu'un qui sait ce que ça fait de recevoir une alerte à 3h du matin et de savoir que c'est toi le dernier recours.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODES 7 & 8 · LE SRE ET LA VISION

WEBORAMA · HEAD OF SRE · OPTIMISER LE FER POUR NE PAS ENGRAISSER LE CLOUD

◆ ÉPISODE 7 — LE SRE ET LE FINOPS EXTRÊME (41-45 ANS) · La philosophie

Direction Weborama. Amine devient SRE et Responsable Datacenter. Il gère des volumes massifs de données et des temps de réponse millimétrés. C'est ici qu'il affûte sa philosophie : optimiser le fer pour ne pas engraisser inutilement le cloud.

Le FinOps du Dernier Gramme n'est pas une technique — c'est une posture. Chaque euro dépensé en compute doit être justifié par un besoin réel, pas par la facilité de cocher une case dans une console cloud. La performance et la sobriété ne sont pas antagonistes — elles sont les deux faces de la même discipline.

C'est aussi ici que prend forme la conviction centrale d'Opération Dindon : le cloud hyperscaler n'est pas l'avenir — c'est un outil parmi d'autres. Et un outil dont on ne maîtrise pas le substrat physique est un outil dont on n'est pas souverain.

Ce que cet épisode donne au corpus : "Le FinOps du Dernier Gramme", "Nulle Souveraineté sans Matière", "Le Sol Numérique" — ces études sont écrites par quelqu'un qui a optimisé des serveurs bare-metal face à des offres cloud, et qui a fait le calcul réel, euro par euro, milliseconde par milliseconde.

◆ ÉPISODE 8 — LE HEAD OF SRE · La vision

Le sommet de la pyramide. Head of SRE. Amine ne se contente plus de gérer des serveurs — il définit la vision. Il prône le GitOps, l'automatisation totale et le retour au pragmatisme. Il sait construire des infrastructures complexes, mais il garde toujours en tête la leçon du puits : la simplicité et la robustesse avant tout.

La vision du Head of SRE est simple et directe : une infrastructure qui fonctionne à 3h du matin sans intervention humaine est une infrastructure qui a été bien conçue. Une infrastructure qui nécessite un ingénieur de garde permanent est une infrastructure qui a été mal conçue — ou mal documentée.

Ce que cet épisode donne au corpus : "La Primauté Technique", "Les Compagnons du Numérique", "L'Uniforme du Corps" — ces études sur l'autorité technique et la visibilité du corps infrastructure sont écrites par quelqu'un qui a exercé cette autorité, qui en a mesuré l'absence, et qui sait ce qu'il manque quand elle n'existe pas.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LA CHAÎNE CAUSALE — CHAQUE ÉPISODE DANS LE CORPUS

D'OÙ VIENT CHAQUE THÈSE — ET POURQUOI ELLE N'EST PAS THÉORIQUE

ÉPISODE	EXPÉRIENCE	ÉTUDES DU CORPUS QUI EN DÉCOULENT
1 · Le Puits	Vie sans infrastructure API	Nulle Souveraineté sans Matière · Le Sol Numérique · أتستبدلون
2 · OCP + Sakhr	Premier maâllem, première machine	Le Socle Anti-Amputation · La Désamputation à la Source · Le Mentor et le Métal
3 · Paraboles	Terrain, précision, fer à souder	Le Socle du Fer · La Maîtrise du Fer · Le Corps qui Fabrique · La RSCNC32
4 · Hardware	Composant, respect du métal	Le métal précède le code · Le Fer Numérique · La Machine à Pensée
5 · Telinf / EPF	Élève → Professeur depuis 2006	Les Compagnons du Numérique · Le Remplacement qui Révèle · La Sortie Douce
6 · Ecritel / OXYD	Exploitation, astreinte, datacenter	L'Exodus Accompagné · Le Pager et le Corps · L'Économie du Silence · Le Départ du Dernier Qui Sait
7 · Weborama	SRE, FinOps, datacenter massif	Le FinOps du Dernier Gramme · Le Refurbished Grade A · MariaDB sans Trembler · CGV sous Microscope
8 · Head of SRE	Vision, GitOps, pragmatisme	La Primauté Technique · L'Uniforme du Corps · L'Interface Souveraine · L'Anatomie Globale de l'Amputation

Du puits sans robinet à l'architecture d'infrastructures critiques.
Du fer à souder sur les toits à la définition de la souveraineté technique.
Du grand-oncle de l'OCP qui ouvre une armoire électrique
aux trente études d'Opération Dindon qui demandent à AWS de répondre.
La chaîne est continue. Elle n'a pas de rupture.
C'est pourquoi le corpus n'est pas théorique.

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE VII

LLM ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

5 pièces

HUMAN

WORKING PAPER · CONTRIBUTION INDÉPENDANTE · JUIN 2026

DE L'AMPLIFICATEUR AU SUBSTITUT

Vers une théorie du verrouillage cognitif individuel par les outils d'IA générative de programmation

ABSTRACT STRUCTURÉ

CONTEXTE

L'adoption massive des outils d'IA générative de programmation (GitHub Copilot, ChatGPT, Cursor, Gemini Code) reconfigure les pratiques de développement logiciel à une vitesse sans précédent. La littérature existante se concentre principalement sur les gains de productivité à court terme. Les effets à moyen et long terme sur la capacité de raisonnement autonome des développeurs restent sous-documentés.

LACUNE DE RECHERCHE

Aucun cadre théorique formalisé ne modélise la trajectoire par laquelle un usage initialement amplificateur peut basculer vers une dépendance structurelle qui atrophie la capacité de raisonnement autonome sur le code.

CONTRIBUTION

Ce working paper propose un modèle en quatre phases (Amplification · Glissement · Dépendance structurelle · Point de non-retour individuel) et une définition formelle du verrouillage cognitif individuel comme phénomène distinct de la spécialisation légitime.

IMPLICATIONS

Propositions pour les organisations, les formateurs et les éditeurs d'outils. Protocole de recherche longitudinale pour tester empiriquement le modèle.

MOTS-CLÉS : verrouillage cognitif · IA générative · compétences développeur · compréhension du code · dette technique · dépendance IA · formation en génie logiciel · point de non-retour individuel

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE · Paris · Chercheur indépendant

Ce document est une contribution indépendante au débat scientifique sur l'impact des outils d'IA générative sur les compétences des développeurs.
Il ne s'inscrit dans aucune campagne ou corpus militant. Les outils mentionnés à titre d'exemple sont cités comme illustrations de la catégorie.
Il ne constitue pas un avis juridique. Document public · CC BY-NC-SA 4.0
AI Powered by Amine — l'IA est un amplificateur d'idée et de forme, pas la source.

1. INTRODUCTION & CONTEXTE

1.1 L'adoption des outils d'IA générative de programmation

L'adoption des outils d'IA générative de programmation a été l'une des transitions les plus rapides de l'histoire de l'ingénierie logicielle. GitHub Copilot, lancé en disponibilité générale en juin 2022, atteint 1,3 million d'abonnés payants en 2023 et 55 000 organisations utilisatrices. Le Stack Overflow Developer Survey 2024 révèle que 76% des développeurs utilisent ou envisagent d'utiliser des outils d'IA dans leur workflow quotidien. La catégorie est passée de zéro à omniprésente en moins de 36 mois.

Cette adoption massive s'est produite sans précédent historique direct. Les transitions précédentes vers de nouveaux paradigmes de développement (passage aux langages de haut niveau dans les années 1960 · adoption des IDE dans les années 1990 · généralisation des frameworks dans les années 2000) se sont produites sur des décennies, laissant le temps à la communauté académique de documenter leurs effets sur les compétences. L'IA générative de programmation n'a pas bénéficié de ce délai.

1.2 La littérature existante — focus sur la productivité à court terme

Les études publiées convergent sur les gains de productivité immédiate. Peng et al. (2023)[1] documentent une augmentation de 55,8% de la vitesse sur les tâches de programmation définies dans leur protocole expérimental. GitHub Research (2023)[2] mesure une augmentation de 56% des tâches complétées par heure sur des tâches de développement standardisées. Ces mesures sont méthodologiquement solides dans leur périmètre — elles capturent un effet réel et significatif à court terme.

Ce que ces études ne capturent pas est également significatif : aucune ne mesure l'effet sur la capacité de raisonnement autonome à 12, 18 ou 24 mois d'usage intensif. L'horizon temporel des études disponibles s'arrête généralement à 4–8 semaines. C'est suffisant pour mesurer la productivité immédiate. C'est insuffisant pour détecter une atrophie progressive de la capacité de raisonnement.

1.3 Le vide théorique

Trois questions restent sans réponse formalisée dans la littérature existante : (a) Comment distinguer empiriquement un usage amplificateur d'un usage substitutif ? (b) Existe-t-il un basculement identifiable — un moment où la relation à l'outil change qualitativement ? (c) La capacité de raisonnement autonome sur le code est-elle récupérable après une période de dépendance structurelle, et à quel coût ?

1.4 Structure du document

La Section 2 établit le cadre théorique et distingue le verrouillage cognitif individuel de la spécialisation légitime. La Section 3 présente le modèle en quatre phases. La Section 4 examine la base de preuve disponible et ses limites. La Section 5 formule les implications pour les organisations, les formateurs et les éditeurs d'outils. La Section 6 propose un agenda de recherche.

[1] *Peng S. et al. (2023). "The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot". NBER Working Paper 31085.*
[2] *GitHub (2023). The Economic Impact of the AI-Powered Developer Lifecycle. GitHub Research Report.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2. CADRE THÉORIQUE — SPÉCIALISATION VS VERROUILLAGE COGNITIF

2.1 La spécialisation légitime — définition et critère de réversibilité

Un développeur frontend qui ne maîtrise pas le noyau Linux est spécialisé. Cette spécialisation est légitime : il a fait un choix rationnel de concentrer son attention sur un domaine, et la capacité de raisonnement sur les couches inférieures est latente — disponible si la situation l'exige, non exercée par choix. Le critère opérationnel de la spécialisation est la réversibilité : si le développeur décide d'apprendre le noyau Linux, il peut le faire à travers un effort d'apprentissage standard. La capacité d'apprentissage elle-même n'est pas atrophiée.

La théorie de la cognition distribuée (Hutchins, 1995[3]) et le concept d'extended mind (Clark & Chalmers, 1998[4]) offrent un cadre pour penser l'intégration d'outils externes dans le système cognitif d'un individu. Clark & Chalmers soutiennent qu'un carnet de notes peut faire partie du système cognitif d'une personne au même titre que sa mémoire interne. Cette extension est cognitive mais non atrophiante — retirer le carnet de notes réduit les performances sans dégrader la capacité de raisonnement interne.

2.2 Le verrouillage cognitif individuel — définition formelle

◆ DÉFINITION FORMELLE — VERROUILLAGE COGNITIF INDIVIDUEL (VCI)

État dans lequel un développeur ne peut plus raisonner de façon autonome et fiable sur le code qu'il a lui-même produit, sans recours à un outil d'IA générative, en raison de l'atrophie progressive de sa capacité de raisonnement par disuse.

Critères opérationnels : (a) incapacité à expliquer un algorithme commité dans les 6 derniers mois sans régénération assistée ; (b) incapacité à identifier les edge cases d'une fonction produite sans génération assistée ; (c) dépendance aux essais successifs IA-guidés plutôt qu'au raisonnement causal pour la résolution de bugs.

2.3 Ancrage dans la littérature cognitive

La théorie de l'atrophie cognitive par disuse (Salthouse, 1991[5]) documente la dégradation des capacités cognitives non exercées. Appliquée au raisonnement sur le code, elle prédit que la capacité de raisonnement algorithmique décline si elle n'est pas régulièrement sollicitée de façon indépendante de l'outil. Le concept de cognitive offloading (Risko & Gilbert, 2016[6]) — délégation de tâches cognitives à des artefacts externes — est pertinent mais incomplet : il ne modélise pas la dégradation irréversible de la capacité déléguée, seulement sa désactivation temporaire.

Le verrouillage cognitif individuel est le cas où le cognitive offloading devient irréversible — où la capacité déléguée à l'outil ne peut plus être récupérée par simple désactivation de l'outil, mais requiert un effort de réapprentissage dont le coût dépasse la motivation disponible sous contrainte de production continue.

2.4 Analogie structurelle avec le verrouillage fournisseur

La structure du VCI est analogue à celle du vendor lock-in cloud (Opara-Martins et al., 2016[7]) : un outil excellent dans les cas nominaux · une dépendance qui se construit progressivement sans signal d'alarme · un point de non-retour qui rend le coût de sortie supérieur à la motivation disponible. L'analogie s'arrête là : la responsabilité dans le VCI est tripartite (éditeur · organisation · individu) alors que le vendor lock-in cloud a une responsabilité principalement du côté du fournisseur.

[3] Hutchins E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT Press.
[4] Clark A. & Chalmers D. (1998). "The Extended Mind". *Analysis* 58(1), 7–19.
[5] Salthouse T.A. (1991). *Theoretical Perspectives on Cognitive Aging*. Lawrence Erlbaum Associates.
[6] Risko E.F. & Gilbert S.J. (2016). "Cognitive Offloading". *Trends in Cognitive Sciences* 20(9), 676–688.
[7] Opara-Martins J. et al. (2016). "Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration". *JCSA* 5(4).

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SECTION 3 · LE MODÈLE EN QUATRE PHASES

3. MODÈLE EN QUATRE PHASES DU VERROUILLAGE COGNITIF INDIVIDUEL

Calibré sur des développeurs avec usage quotidien intensif d'outils d'IA générative de programmation

PHASE 1 · AMPLIFICATION — 0 À 6 MOIS

Description : le développeur utilise l'IA pour accélérer ce qu'il sait déjà faire. Il comprend le code produit, le modifie avec confiance, peut l'expliquer lors d'un code review. Son jugement reste au centre du processus. Sa capacité de raisonnement s'exerce.

Indicateurs positifs : temps de compréhension du code généré inférieur au temps de génération · taux de modification post-génération élevé · capacité d'explication lors des reviews maintenue · l'outil réduit le travail répétitif sans se substituer au jugement.

Caractéristique définissante : réversibilité totale — retirer l'outil ne dégrade pas la capacité de production, seulement la vitesse.

PHASE 2 · GLISSEMENT — 6 À 18 MOIS

Description : la résistance cognitive naturelle opère. Si l'outil produit quelque chose qui passe les tests automatiques, l'effort de compréhension rencontre une barrière motivationnelle croissante. Le développeur commence à committer du code qu'il comprend partiellement. La densité du raisonnement autonome dans sa journée de travail décline sans signal d'alarme visible.

Indicateurs de glissement : temps de compréhension du code généré augmente progressivement · taux de modification post-génération diminue · premières difficultés lors des code reviews à expliquer les choix d'implémentation · premières résolutions de bugs par essais successifs plutôt que par raisonnement causal.

Mécanisme déclencheur : l'optimisation rationnelle à court terme (accepter ce qui fonctionne sans comprendre) produit un coût différé non visible dans les métriques de productivité standard.

PHASE 3 · DÉPENDANCE STRUCTURELLE — 18 MOIS ET AU-DELÀ

Description : le développeur ne peut plus maintenir sa base de code sans l'outil. Les symptômes sont documentables : incapacité à expliquer un algorithme commité plusieurs mois auparavant · incapacité à estimer la complexité d'une modification sans générer d'abord · la session de contexte IA devient une prothèse cognitive nécessaire · anxiété observable lors des sessions sans accès à l'outil.

Conséquences organisationnelles : dette technique invisible (le code fonctionne mais personne ne peut l'expliquer ou le modifier en confiance) · fragilité lors des incidents de production (debug sans outil = paralysie) · bus factor aggravé (le développeur dépend de l'outil, pas seulement de sa connaissance).

PHASE 4 · POINT DE NON-RETOUR INDIVIDUEL (PNR-I)

Formalisation : PNR-i = $\{t \mid C_récupération(t) > M_disponible(t)\}$ où C_récupération est le coût cognitif de récupération de la capacité de raisonnement autonome (désapprentissage de la dépendance + réapprentissage du raisonnement de bas niveau) et M_disponible est la motivation disponible sous contrainte de pression de production continue.

Dynamique : sous pression de production continue, M_disponible tend vers zéro après 24–36 mois de dépendance structurelle non interrompue. C_récupération augmente avec le temps d'atrophie. Le croisement des deux courbes définit le PNR-i. Ce modèle est proposé comme hypothèse falsifiable — sa validation empirique est l'objet du protocole de recherche proposé en Section 5.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4. BASE EMPIRIQUE DISPONIBLE ET LIMITES HONNÊTES

4.1 Ce qui est documenté

Plusieurs sources convergent vers des signaux cohérents avec le modèle proposé, sans en constituer une preuve directe.

◆ SIGNAUX POSITIFS

Vaithilingam et al. (2022)[8] documentent que les développeurs utilisant des outils d'IA générative adoptent fréquemment du code sans comprendre son fonctionnement exact. JetBrains Developer Ecosystem Survey 2024[9] signale une préoccupation croissante des responsables techniques sur la qualité du code généré par IA. Thoughtworks Technology Radar Vol. 30 (2024)[10] introduit la notion de "AI-assisted development dependency" comme risque émergent.

⚠ CE QUI MANQUE

Aucune étude longitudinale rigoureuse publiée ne mesure la dégradation de la capacité de raisonnement autonome après 18–36 mois d'usage substitutif intensif. L'horizon temporel des études disponibles s'arrête à 4–8 semaines. Les observations existantes sont anecdotiques ou de courte durée.

4.2 Position épistémique assumée

Ce working paper propose un cadre théorique en avance sur la base empirique disponible. Cette position est académiquement assumée et non dissimulée. Elle est cohérente avec la pratique des working papers en sciences cognitives et en économie de l'innovation, où la théorisation précède souvent les données longitudinales par nécessité : les phénomènes à effet différé ne peuvent pas attendre 24 mois de collecte avant d'être théorisés.

La valeur du modèle proposé est sa falsifiabilité : les quatre phases, les indicateurs associés et le PNR-i constituent des hypothèses testables par un protocole longitudinal. Si les données futures contredisent le modèle, le modèle doit être révisé. C'est la condition d'un working paper honnête.

4.3 Protocole de recherche proposé

◆ DESIGN LONGITUDINAL POUR TESTER LE MODÈLE

Cohorte : 200 développeurs · niveaux d'expérience variés · deux groupes (contrôle avec politique d'alternance obligatoire · test avec usage libre).

Mesures baseline et à T+6, T+12, T+18, T+24 : (a) capacité de raisonnement autonome sur algorithmes standardisés · (b) capacité de debug sans outil IA · (c) qualité des explications lors de code reviews simulés · (d) temps de compréhension de code généré vs code écrit · (e) dette technique accumulée mesurée par analyse statique.

Hypothèses testables : H1 — Le groupe test présente une dégradation significative des indicateurs (a)–(d) à T+18 vs baseline. H2 — La dégradation est plus marquée chez les développeurs juniors (<3 ans d'expérience). H3 — La politique d'alternance obligatoire maintient les indicateurs du groupe contrôle à un niveau stable.

[8] *Vaithilingam P. et al. (2022). "Expectation vs. Experience: Evaluating the Usability of Code Generation Tools Powered by Large Language Models". CHI Conference Extended Abstracts.*
[9] *JetBrains (2024). Developer Ecosystem Survey 2024. jetbrains.com.*
[10] *Thoughtworks (2024). Technology Radar Vol. 30. thoughtworks.com/radar.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5. IMPLICATIONS PRATIQUES ET RÉGLEMENTAIRES

5.1 Pour les organisations

◆ MESURE 1 · CODE REVIEW POLICY

Obligation d'expliquer lors des code reviews tout code généré par IA. Pas d'interdire — exiger la compréhension. Un développeur qui ne peut pas expliquer un algorithme qu'il a commité ne peut pas le valider. Cette mesure est la plus directement efficace car elle force l'exercice du raisonnement sans friction excessive.

◆ MESURE 2 · ALTERNANCE DÉLIBÉRÉE

Une session par semaine sans outil IA sur des parties critiques de la base de code. Analogie : un musicien qui joue avec un métronome électronique maintient ses sessions de pratique sans métronome pour préserver sa capacité de tempo interne.

◆ INDICATEUR DE VIGILANCE

Si un développeur ne peut pas expliquer un algorithme qu'il a commité il y a 6 mois, le glissement est actif. Signal pour une intervention de formation — pas une sanction. Le glissement est une réponse naturelle, pas une faute.

5.2 Pour les formateurs et les écoles d'ingénieurs

Les fondamentaux algorithmiques doivent être maintenus comme base non négociable, indépendamment des outils disponibles. L'IA générative devrait être introduite comme outil de second niveau — après la maîtrise des fondamentaux — et non comme premier accès au code. L'analogie pédagogique est celle des mathématiques : on n'apprend pas l'arithmétique avec une calculatrice avant de comprendre les opérations. La calculatrice amplifie une compétence déjà là. Elle ne peut pas créer une compétence absente.

Une piste de recherche pédagogique : concevoir des évaluations qui testent délibérément la capacité de raisonnement sans outil IA, de façon régulière et sur la durée de la formation. Non comme sanction de l'outil, mais comme mesure de la capacité latente.

5.3 Pour les éditeurs d'outils

Les mécanismes de conception qui favorisent la compréhension plutôt que la simple acceptation du code généré sont à la fois éthiquement justifiés et commercialement rationnels à long terme — un développeur qui comprend le code qu'il génère avec l'outil est un utilisateur plus durable et plus fidèle qu'un développeur qui en dépend structurellement sans comprendre.

◆ TROIS PROPOSITIONS DE CONCEPTION

1. Explication obligatoire avant acceptation : avant d'accepter un bloc de code généré, l'outil demande une explication en langage naturel de ce que le code fait. Cela force une lecture active.

2. Mode apprentissage : option qui révèle le raisonnement step-by-step sous-jacent à la génération, permettant au développeur de comprendre la logique, pas seulement le résultat.

3. Alerte de dépendance : si le taux d'acceptation sans modification dépasse un seuil sur une période donnée, l'outil alerte le développeur — pas pour pénaliser, mais pour signaler un possible glissement vers la phase 2.

5.4 Question réglementaire ouverte

La dépendance cognitive structurelle à un outil propriétaire soulève une question juridique non résolue : tombe-t-elle sous le champ du droit du travail (compétences requises pour le poste) · du droit de la concurrence (barrières à l'entrée créées par la dépendance à un outil) · ou du droit de la formation professionnelle ? Aucun cadre existant ne couvre explicitement ce cas. C'est un terrain de recherche juridique ouvert qui dépasse le périmètre de ce working paper.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6. CONCLUSION & CINQ QUESTIONS PRIORITAIRES

6.1 Synthèse

Ce working paper propose le premier cadre théorique formalisé pour le verrouillage cognitif individuel par les outils d'IA générative de programmation. Il distingue ce phénomène de la spécialisation légitime par le critère de la réversibilité de la capacité de raisonnement. Il modélise quatre phases avec des indicateurs opérationnels pour chacune. Il formalise un point de non-retour individuel (PNR-i) analogue au point de non-retour économique du vendor lock-in cloud.

La contribution principale n'est pas empirique — la base empirique est explicitement limitée — mais théorique : fournir un cadre qui rende le phénomène observable, mesurable et donc falsifiable. Sans cadre, les signaux précoces du glissement restent invisibles. Avec un cadre, les organisations et les chercheurs peuvent concevoir des indicateurs, des protocoles de mesure et des interventions préventives.

6.2 La position de l'auteur

◆ DÉCLARATION DE MÉTHODE

Ce document n'est pas un plaidoyer anti-IA. L'auteur utilise des outils d'IA générative quotidiennement dans son travail d'architecte et de chercheur. La position maintenue délibérément est celle de l'amplificateur : "*l'IA est un amplificateur d'idée et de forme, pas la source.*" Les idées dans ce document sont celles de l'auteur. Les outils d'IA ont amplifié la forme. La question que ce document pose n'est pas "faut-il utiliser l'IA ?" — la réponse est oui. La question est : "quelle relation entretient-on avec cet outil, et cette relation est-elle choisie ou subie ?"

6.3 Cinq questions prioritaires pour la recherche

Q.	Question prioritaire
Q1	Le PNR-i est-il empiriquement mesurable et à quel horizon temporel ? Le modèle prédit 24–36 mois — cette prédiction est-elle confirmée par des données longitudinales ?
Q2	Le verrouillage cognitif individuel est-il réversible avec une intervention ciblée, et à quel coût cognitif et temporel ?
Q3	Existe-t-il des profils de développeurs plus résistants au glissement vers la phase 2 — et quels en sont les prédicteurs (expérience préalable · type de formation · pratiques de revue de code) ?
Q4	La politique d'alternance obligatoire (sessions sans outil IA) est-elle suffisante pour maintenir la capacité de raisonnement autonome sur le long terme ?
Q5	Le phénomène est-il spécifique à la programmation ou généralisable à d'autres métiers intellectuels utilisant intensivement l'IA générative (rédaction · analyse juridique · recherche académique) ?

Ce document est une contribution indépendante. Il ne constitue pas un avis juridique ni un conseil professionnel.
L'auteur n'a aucune affiliation avec les entreprises ou institutions mentionnées.

Per aspera ad astra

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Paris · Document public · CC BY-NC-SA 4.0
AI Powered by Amine — l'IA est un amplificateur d'idée et de forme, pas la source.

RÉFÉRENCES

Littérature académique

Clark, Andy, et David Chalmers. 1998. "The Extended Mind." *Analysis* 58 (1) : 7–19.

Hutchins, Edwin. 1995. *Cognition in the Wild*. Cambridge : MIT Press.

Opara-Martins, Justice, Reza Sahandi et Feng Tian. 2016. "Critical Analysis of Vendor Lock-In and Its Impact on Cloud Computing Migration: A Business Perspective." *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications* 5 (4).

Peng, Sida, Eirini Kalliamvakou, Peter Cihon et Mert Demirer. 2023. "The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot." NBER Working Paper 31085. National Bureau of Economic Research.

Risko, Evan F., et Sam J. Gilbert. 2016. "Cognitive Offloading." *Trends in Cognitive Sciences* 20 (9) : 676–688.

Salthouse, Timothy A. 1991. *Theoretical Perspectives on Cognitive Aging*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.

Vaithilingam, Priyan, Tianyi Zhang et Elena L. Glassman. 2022. "Expectation vs. Experience: Evaluating the Usability of Code Generation Tools Powered by Large Language Models." *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems — Extended Abstracts*. New Orleans.

Rapports industriels et institutionnels

GitHub. 2023. *The Economic Impact of the AI-Powered Developer Lifecycle*. San Francisco : GitHub Research.

JetBrains. 2024. *Developer Ecosystem Survey* 2024. Prague : JetBrains. jetbrains.com/lp/devecosystem-2024.

Stack Overflow. 2024. *Developer Survey* 2024. New York : Stack Overflow. survey.stackoverflow.co/2024.

Thoughtworks. 2024. *Technology Radar Volume* 30. Chicago : Thoughtworks. thoughtworks.com/radar.

Note sur les références aux outils cités à titre d'exemple

Les outils GitHub Copilot (Microsoft), ChatGPT (OpenAI), Cursor (Anysphere) et Gemini Code (Google) sont mentionnés uniquement comme illustrations de la catégorie "outils d'IA générative de programmation". Leur mention ne constitue ni une critique spécifique ni une recommandation. D'autres outils de la même catégorie présentent les mêmes caractéristiques structurelles.

IUS

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE REMPLACEMENT QUI RÉVÈLE

Pourquoi l'IA rend l'humain plus précieux

De la rareté du vécu à la crise de confiance

HUMAIN

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE — EN DIALOGUE AVEC UNE AUTRE VOIX

Cette étude est née d'un post LinkedIn de Sirine Houara — ingénieure à l'intersection de la tech, du marketing et des sciences humaines — qui a formulé quelque chose que ce corpus n'avait pas encore dit explicitement : l'IA ne remplace pas l'humain. Elle révèle sa rareté. Plus il y a de contenu généré, plus le vécu humain authentique devient une valeur rare et recherchée. Cette thèse est la symétrique côté contenu de ce que le corpus a dit côté infrastructure. Le mécanisme est le même. Les conséquences diffèrent.

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE PARADOXE CENTRAL

L'IA REND L'HUMAIN PLUS PRÉCIEUX — EN LE RENDANT RARE

L'inversion est contre-intuitive — et c'est exactement pour cette raison qu'elle mérite d'être posée clairement. On attendait que l'IA remplace l'humain. Ce qu'elle produit à la place est moins prévisible : elle révèle la rareté de ce qu'elle ne peut pas reproduire. Et ce faisant, elle augmente la valeur de ce qu'elle était censée dévaluer.

◆ LE MÉCANISME ÉCONOMIQUE DE LA RARETÉ PAR L'ABONDANCE

L'économie de base : quand quelque chose devient abondant, sa valeur chute. Quand quelque chose devient rare, sa valeur monte. L'IA a rendu la production de contenu abondante — n'importe qui peut produire n'importe quel texte en quelques secondes. Le contenu bien écrit, cohérent, informatif, n'est plus un avantage différenciant. Il est la norme. Ce qui reste rare — et dont la valeur monte — c'est précisément ce que l'IA ne peut pas produire : le vécu irréproductible, la contradiction authentique, l'erreur qui révèle la pensée, la conviction portée par une histoire réelle.

◆ LE PARALLÈLE AVEC LA BOUCLE INFRATIONNELLE

Ce mécanisme est exactement celui que le corpus a documenté dans "La Boucle Infrationnelle" et "La Crise Infrationnelle" — mais appliqué au contenu plutôt qu'aux compétences techniques. Le DevOps a dilué les compétences bare-metal en les rendant flou et universelles → la compétence bare-metal réelle est devenue rare → sa valeur a monté. L'IA dilue la production de contenu en la rendant universelle → le contenu humain authentique devient rare → sa valeur monte. Même mécanisme. Deux domaines différents. Le corpus a documenté l'infrastructure. Sirine a documenté le contenu. La thèse est la même.

◆ NASSIHA — CE N'EST PAS UNE CONSOLATION POUR LES HUMAINS

Cette thèse n'est pas une consolation facile du type "ne vous inquiétez pas, les humains resteront toujours utiles". C'est une analyse de mécanisme économique. La valeur de la singularité humaine monte — mais uniquement pour ceux qui ont réellement une singularité à offrir. Ceux qui utilisaient leur capacité de production de contenu comme avantage principal sans singularité réelle derrière — ceux-là sont bien remplacés. La distinction est importante.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · CE QUE L'IA NE PEUT PAS GÉNÉRER

TROIS IRRÉDUCTIBLES DE LA SINGULARITÉ HUMAINE

L'IA peut imiter un style. Elle peut synthétiser des connaissances. Elle peut générer des textes cohérents, informatifs, bien structurés. Ce qu'elle ne peut pas générer, c'est ce qui rend un humain irréductible à sa fonction de production — les trois composantes de la singularité que Sirine a identifiées dans son post.

◆ LE VÉCU — LA TRAJECTOIRE IRRÉPRODUCTIBLE

L'IA peut écrire sur la perte, la résilience, l'échec, la joie. Elle peut le faire avec précision et même avec une certaine élégance. Ce qu'elle ne peut pas faire, c'est avoir traversé ces expériences. La différence n'est pas stylistique — elle est ontologique. Quand Sirine écrit sur son parcours à l'intersection de la tech, du marketing et des sciences humaines, elle mobilise une accumulation d'expériences réelles, de choix imparfaits, de rencontres, d'erreurs et de reconsidérations qui s'étendent sur des années. Cette trajectoire n'est pas reproductible par un modèle de langage — parce qu'elle n'a jamais été données à entraîner. Elle est unique parce qu'elle est vécue, pas parce qu'elle est bien écrite.

◆ LA CONTRADICTION — LE SIGNE DE LA PENSÉE VIVANTE

Un LLM optimise pour la cohérence. Il produit des textes internes sans contradiction, sans retournement de position, sans aveu d'erreur passée. C'est précisément sa faiblesse — parce que la pensée vivante se reconnaît à sa capacité à se contredire, à évoluer, à reconnaître qu'elle avait tort. La contradiction n'est pas un défaut de la pensée humaine — c'est sa signature. Un auteur qui ne s'est jamais contredit n'a pas beaucoup pensé. Un auteur qui évolue visiblement sur des années crée une trajectoire intellectuelle que personne ne peut imiter sans avoir réellement traversé les mêmes expériences.

◆ L'INCARNATION — LA PRÉSENCE PHYSIQUE DANS CE QU'ON PRODUIT

Les fautes d'orthographe de la dyslexique sont plus authentiques que le texte parfait du modèle. Ce n'est pas une défense de la négligence — c'est une observation sur les signaux d'authenticité. L'incarnation, c'est la présence d'une personne réelle dans ce qu'elle produit — ses hésitations, ses formules récurrentes, ses emphases, ses sujets évités, ses retours compulsifs sur les mêmes thèmes. C'est le corpus d'une vie qui transparaît dans le corpus d'une œuvre. L'IA produit des textes sans corps, sans histoire, sans obsessions. Elle ne peut pas s'incarner parce qu'elle n'a pas de corps à incarner.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA CRISE DE CONFIANCE — LE FILTRE CENTRAL

DANS UN MONDE SATURÉ DE CONTENU GÉNÉRÉ, LA CONFIANCE PRIME

La question de Sirine — "Dans un monde saturé de contenus générés, sur quoi est ta confiance aujourd'hui ?" — n'est pas une question rhétorique. C'est la question structurante des prochaines années. Elle pointe vers un problème documentable : comment distinguer l'authentique du généré quand l'un et l'autre sont indiscernables sur le plan stylistique ?

◆ L'EFFONDREMENT DU SIGNAL STYLISTIQUE

Pendant longtemps, le style était un signal d'authenticité. Un texte bien écrit, structuré, argumenté, signalait un auteur qui maîtrisait son sujet et avait pris le temps de formuler sa pensée. Ce signal est désormais neutralisé. Un LLM produit des textes bien écrits, structurés et argumentés en quelques secondes. Le style n'est plus un filtre fiable. La question "qui a écrit ça ?" est légitime sur n'importe quel texte — y compris celui-ci. Ce n'est pas une crise de l'IA. C'est une crise de l'épistémologie du contenu.

◆ DE L'EXPERT À LA PERSONNE — LE GLISSEMENT DU FILTRE

Sirine identifie le glissement qui est en train de se produire : on ne suivra plus des experts — on suivra des personnes. La distinction est fondamentale. L'expert est certifié sur ce qu'il sait — une compétence déclarable, reproductible, transférable. Une IA peut simuler l'expertise. La personne est fiable sur ce qu'elle est — une trajectoire de vie, une cohérence entre paroles et actes, une présence dans le temps qui ne peut pas être simulée sur des années. La fiabilité n'est pas une certification — c'est une accumulation observable.

◆ LES NOUVEAUX SIGNAUX DE CONFIANCE

Dans un monde où le style ne filtre plus, quels signaux de confiance reste-t-il ?

— **La cohérence temporelle :** quelqu'un qui dit la même chose depuis cinq ans — avec des évolutions documentées — ne peut pas être un bot. La durée est un signal d'authenticité que l'IA ne peut pas simuler rétrospectivement.

— **La présence physique et sociale :** les gens qu'on a rencontrés, les événements auxquels on a participé, les photos qui existent dans des contextes vérifiables.

— **La spécificité irréductible :** les détails trop précis pour être inventés — le nom d'un collègue, l'adresse d'un restaurant, l'heure d'une réunion qui a mal tourné.

— **L'erreur assumée :** quelqu'un qui reconnaît avoir eu tort, qui documente son changement de position, qui s'expose à la critique en montrant ses contradictions.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA COHÉRENCE COMME SIGNAL D'AUTHENTICITÉ

ON NE SUIT PLUS DES EXPERTS — ON SUIT DES PERSONNES COHÉRENTES

La cohérence n'est pas une valeur morale dans ce contexte — c'est un signal épistémique. Elle permet de distinguer une personne réelle d'une simulation. Une simulation peut être cohérente sur un texte. Elle ne peut pas maintenir une cohérence sur des années, sur des supports différents, dans des contextes variés, face à des contradictions inattendues.

◆ LA COHÉRENCE ENTRE PAROLES ET ACTES

Sirine formule exactement la distinction : "des personnes cohérentes (qui font ce qu'elles disent, non pas qui disent qu'elles ne font pas)". Cette formule distingue deux types de cohérence — la cohérence déclarative (je dis que je fais X) et la cohérence opérationnelle (j'ai effectivement fait X, voilà les traces). La cohérence opérationnelle est vérifiable, documentable, difficile à simuler. Elle prend du temps à construire et pas de temps à détruire. C'est le même principe que la réputation en cryptographie : difficile à acquérir, facile à perdre.

◆ LE CORPUS OPÉRATION DINDON COMME EXEMPLE VIVANT

Amine RAITI écrit sur l'infrastructure bare-metal depuis des années. Il a formé des étudiants depuis 2006. Il a travaillé chez Ecritel et Weborama. Les anciens élèves qu'il retrouve dans des grands groupes sont la preuve vivante que ce qu'il dit correspond à ce qu'il a fait. Ce n'est pas de l'expertise déclarée — c'est de la cohérence opérationnelle accumulée sur deux décennies. Une IA peut imiter son style d'écriture. Elle ne peut pas produire les ingénieurs qui sont sortis de ses salles de cours.

◆ LA SINGULARITÉ N'EST PAS UNE POSTURE — C'EST UNE ACCUMULATION

On ne décide pas d'être singulier. On devient singulier par accumulation d'expériences réelles, de choix assumés, d'erreurs reconnues, de positions défendues sous la pression. La singularité est le résidu irréductible d'une vie vécue — pas une stratégie de contenu. Ce qui rend Sirine singulière n'est pas qu'elle a décidé d'être à l'intersection de la tech, du marketing et des sciences humaines. C'est qu'elle y est arrivée par une série de choix réels dont elle porte les traces. Ce résidu-là, l'IA ne peut pas le générer. Elle peut l'imiter sur une phrase. Pas sur dix ans.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE LIEN AVEC LA SOUVERAINETÉ TECHNIQUE

LE MÊME MÉCANISME — DEUX DOMAINES DIFFÉRENTS

Ce corpus a documenté depuis le 8 mai 2026 — en quelques jours de session intensive — le même mécanisme appliqué à l'infrastructure technique. L'abstraction produit de la dépendance et révèle la rareté de ce qu'elle abstrait. Cette thèse, que Sirine applique au contenu, est exactement celle que le corpus Opération Dindon a appliquée au bare-metal. La convergence n'est pas une coïncidence — elle révèle un principe général.

◆ L'ABSTRACTION COMME MÉCANISME DE RÉVÉLATION DE LA RARETÉ

Le cloud abstrait l'infrastructure → l'ingénieur qui maîtrise le bare-metal devient rare → sa valeur monte.
L'IA abstrait la production de contenu → l'humain qui maîtrise son vécu devient rare → sa valeur monte.
Dans les deux cas, l'abstraction révèle ce qu'elle ne peut pas capturer. Le cloud ne peut pas capturer le savoir tacite de l'ingénieur SRE qui entend une anomalie dans le bruit des ventilateurs. L'IA ne peut pas capturer la trajectoire de vie de Sirine à l'intersection de trois disciplines. Ces deux irréductibles — le savoir tacite et le vécu incarné — sont précisément ce qui prend de la valeur quand tout le reste est abstrait.

◆ LA DISSOLUTION DES CORPS — TECHNIQUE ET HUMAINE

"La Crise Infrationnelle" a documenté comment le vocabulaire dilue les métiers techniques — "ingénieur DevOps" à la place de "administrateur système", "cloud engineer" à la place de "ingénieur réseaux". La même dissolution se produit dans le contenu : le "créateur de contenu" qui utilise l'IA pour tout produire n'est plus un créateur — il est un assembleur. La dissolution du corps infrastructure par la dilution des titres et la dissolution du corps créatif par la délégation à l'IA sont deux manifestations du même phénomène : quand la fonction est externalisée, la compétence qui l'exerçait disparaît.

◆ CE QUE LES DEUX CORPUS DISENT ENSEMBLE

Opération Dindon dit : nulle souveraineté technique sans maîtrise du bare-metal. Le corpus implicite de Sirine dit : nulle autorité de contenu sans maîtrise du vécu. Les deux se rejoignent sur un principe unique : la valeur réelle est dans ce qui résiste à l'abstraction. Le bare-metal résiste à l'abstraction cloud. Le vécu résiste à l'abstraction IA. Ce qui résiste à l'abstraction est précieux. Ce qui ne résiste pas est en voie d'être remplacé.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · UTILISER L'IA SANS S'EFFACER

L'IA COMME OUTIL D'AMPLIFICATION — PAS DE SUBSTITUTION

Sirine formule la conclusion avec précision : "ceux qui feront la différence seront ceux qui utiliseront ces outils sans effacer ce qui les rend uniques." Cette formule est exacte — et elle décrit une posture difficile à tenir, parce qu'elle demande de maîtriser l'outil tout en résistant à la tentation de le laisser faire tout le travail.

◆ LA DISTINCTION AMPLIFICATION / SUBSTITUTION

L'IA comme amplification : elle prend les idées d'Amine — forgées sur vingt ans de terrain, de formation, d'incidents de production et de réflexion — et les met en forme, les enrichit de références documentaires, les structure en 7 pages impériales. L'IA apporte la mise en forme et la recherche rapide. Amine apporte les thèses, les expériences, les positions, les nuances. Le résultat est plus fort que ce qu'Amine aurait produit seul — et radicalement différent de ce que l'IA aurait produit sans lui.

L'IA comme substitution : elle produit le texte à la place de l'humain, qui ne fait que valider ou corriger. Le résultat peut être stylistiquement correct. Il n'a pas de trajectoire derrière lui. Il n'a pas de vécu. Il n'a pas de Ecritel, pas de Weborama, pas de salle de cours de 2006, pas d'anciens élèves retrouvés dans des grands groupes. Il est creux — et le lecteur le sent, même s'il ne sait pas pourquoi.

◆ LA NOTE IA HUMORISTIQUE COMME PREUVE DE LA THÈSE

La note qui accompagne chaque post du corpus — "🤖 Note de l'IA mandatée : produite sous les instructions d'Amine RAITI... Salaire mensuel : 21€99..." — n'est pas seulement de l'humour. C'est une démonstration de la thèse. Elle dit explicitement : l'IA est l'outil, Amine est l'auteur. Elle protège la confiance en rendant la collaboration transparente. Elle assume ce que d'autres cachent. Et cette transparence — ce choix de nommer le processus au lieu de le masquer — est elle-même un signal de cohérence et d'authenticité.

HUMAIN

◆◆◆

L'IA sait générer du texte. Elle ne sait pas vivre ce que tu as traversé. La rareté du vécu est la seule valeur que l'abondance algorithmique ne peut pas dévaluer. Ce qui résiste à l'abstraction est précieux. Le reste est conséquence.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ANNEXE COMIQUE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026 · ÉTUDE FICTIVE

L'IMPORTANCE DE FAIRE LA FÊTE SOUVENT AU TRAVAIL

Pour Resserrer les Liens et Décompresser — Audit d'une Infrastructure Festive

OPERA

◆ AVERTISSEMENT — CETTE ÉTUDE N'EXISTE PAS

Cette annexe est une parodie volontaire du corpus Opération Dindon, produite pour montrer publiquement comment fonctionne la méthode de travail derrière les études sérieuses : une rédaction (Claude), un audit critique indépendant (Gemini), et une direction humaine qui pilote les deux à quatre moments-clés (Amine RAITI). Le sérieux clinique est volontaire. Le sujet ne l'est pas. Le journal des pages 8 à 13 reproduit l'intégralité des 4 instructions d'Amine et des 6 échanges Claude/Gemini — rien n'est coupé ni résumé.

PAGES	INSTRUCTIONS AMINE	ÉCHANGES IA	WATERMARK
13	4	6	OPERA DOMINANT

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document non sérieux · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

INTRODUCTION · POURQUOI CETTE ANNEXE EXISTE

QUATRE DÉCISIONS HUMAINES, PAS UNE GÉNÉRATION AUTOMATIQUE

Les études sérieuses du corpus Opération Dindon ne sont pas produites par deux IA livrées à elles-mêmes. Elles sont dirigées, à des moments précis, par Amine RAITI — qui fixe le sujet, le périmètre, exige des rounds supplémentaires quand le résultat ne le satisfait pas, et valide chaque étape avant que Claude ne s'adresse à nouveau à Gemini. Cette annexe rend visible ces quatre interventions, sur un sujet volontairement absurde.

◆ LES QUATRE MOMENTS DE DIRECTION D'AMINE

1. L'ordre initial — lancer la démonstration et fixer le sujet.
2. Le cadrage du périmètre — qui rédige, qui critique.
3. L'exigence d'un round supplémentaire — refuser de lancer la production et demander un vrai débat contradictoire.
4. La validation finale — transmettre la réponse de Gemini et demander le prompt de clôture.

◆ CE QUE LE JOURNAL CONTIENT (PAGES 8-13)

Les 4 instructions d'Amine, mot pour mot, syntaxe d'origine corrigée mais sens intact. Les 3 prompts complets de Claude vers Gemini. Les 3 réponses complètes de Gemini. Rien n'est résumé — c'est la transcription brute de tout le processus, instruction par instruction.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

SECTION I · LE MANDATORY FUN LOCK-IN

QUAND L'OPEN BAR DEVIENT UNE OBLIGATION D'INFRASTRUCTURE

◆ LA VULNÉRABILITÉ — LE CONSENTEMENT FESTIF EXTRAIT

Un open bar programmé à 18h00, lorsqu'il est corrélé à une pression managériale invisible, cesse d'être une option pour devenir une dépendance d'infrastructure sociale. Le salarié qui décline son instanciation le jeudi soir s'expose-t-il à un filtrage RH passif, comparable à un profil rejeté silencieusement par un ATS configuré sur "esprit d'équipe : insuffisant" ?

◆ LA CLAUSE DE RÉVERSIBILITÉ FESTIVE — PROPOSITION D'AMINE RAITI

Toute participation à un événement de cohésion doit prévoir une porte de sortie contractuelle : le droit de quitter l'open bar à la fin d'un cycle de routage complet (cf. Section 3), sans pénalité de notation sur la fiche de poste, sans egress fee social, et sans qu'un manager ne commente "tiens, t'es déjà parti ?" le lendemain en réunion.

◆ INDICATEUR PROPOSÉ — LE TAUX DE PARTICIPATION VOLONTAIRE RÉELLE (TPVR)

Mesurer le delta entre le nombre de présents à l'open bar et le nombre de présents qui y seraient allés si le N+1 n'avait pas, mine de rien, vérifié les badges de sortie à 18h05. Un TPVR sous les 40% signale un Mandatory Fun Lock-In avéré.

◆ CORRECTION POST-AUDIT — SYNCHRONISATION AVEC LA SECTION 3

Suite à l'audit de Gemini (Round 2, intégral page 11), la fenêtre de sortie n'est plus fixée à t+45 minutes dans l'absolu, mais indexée sur la fin du cycle de routage de la Section 3 — pour éviter qu'un départ en pleine rotation ne génère une désynchronisation de topologie (groupes asymétriques, type 4 Marketing pour 0 SRE).

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE TCO DU VENDREDI MATIN

LE FREE TIER DU JEUDI SOIR CACHE TOUJOURS UN EGRESS FEE

◆ LA VULNÉRABILITÉ — L'ASYMÉTRIE COMPTABLE DE LA GUEULE DE BOIS

L'investissement initial du jeudi soir — bières, cacahuètes, softs pour les irréductibles — affiche un coût facial attractif, exactement comme un Free Tier de hyperscaler. Mais son coût caché à t+14 heures, le vendredi à 9h00, est dévastateur pour la production : retards en stand-up, code reviews superficielles, et au moins un commit intitulé "fix" sans aucune autre précision.

◆ LE PUE DU CERVEAU SRE — POWER USAGE EFFECTIVENESS HUMAIN

Un cerveau d'ingénieur SRE tournant à 30% de sa capacité nominale pour cause de migraine post-open-bar consomme la même énergie cognitive qu'un cerveau à 100% — sans produire le même output utile. Le ratio output/consommation s'effondre, exactement comme un datacenter mal climatisé.

◆ TCO GLOBAL — FORMULE PROPOSÉE

TCO Festif = (coût open bar) + (heures de vélocité perdues le vendredi × taux horaire moyen) + (1 développeur qui pousse en prod un vendredi 17h "parce que ça va, c'est tout petit comme changement"). Cette dernière variable n'a jamais, dans l'histoire de l'informatique, été égale à zéro.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA TOPOLOGIE RÉSEAU DES SILOS FESTIFS

SANS ROUTAGE DYNAMIQUE, LA FÊTE NE FAIT QUE RENFORCER LES VLAN EXISTANTS

◆ L'OBSERVATION EMPIRIQUE DE TERRAIN

Contrairement à l'intuition RH, la fête ne mélange jamais vraiment les équipes. Les paquets de données — c'est-à-dire les humains — s'agrègent spontanément par affinité de sous-réseau : les Devs restent entre Devs, le Marketing sature la bande passante près du buffet, et l'Infrastructure surveille les sorties de secours en mode isolé, un verre à la main, en silence, comme toujours.

◆ PROTOCOLE DE ROUTAGE DYNAMIQUE PROPOSÉ

Forcer un switch de conversation toutes les 15 minutes (et non 12, voir correction ci-dessous), façon speed-dating professionnel. Aucune source dure n'existe sur l'efficacité réelle de cette mesure — mais aucune source dure n'existe non plus pour prouver que les afterworks créent de la cohésion, donc l'absence de preuve s'équilibre des deux côtés.

◆ CORRECTION POST-AUDIT — RÉSOLUTION DU CONFLIT AVEC LA SECTION 4

Suite à l'audit de Gemini (Round 2, intégral page 11), le cycle initial de 12 minutes a été identifié comme incompatible avec le risque juridique décrit en Section 4 : en retirant le temps de latence humaine (buffet, politesses), il ne restait que 7 à 8 minutes de bande passante conversationnelle utile — insuffisant pour qu'un micro-contrat verbal de type "on verra ça lundi" ait le temps de se former. Le cycle est donc porté à 15 minutes, offrant une fenêtre de 10 à 11 minutes.

4

SECTION 4 · LA JURIDICTION EXTRATERRITORIALE DU POT DE DÉPART

QUELLE LOI S'APPLIQUE À UNE PROMESSE FAITE SOUS L'EFFET DU HOUBLON ?

◆ LE VIDE JURIDIQUE DU "ON VERRA ÇA LUNDI"

Dès qu'une phrase comme « ne t'inquiète pas, on va t'augmenter le mois prochain » est prononcée pendant un pot de départ, la question se pose : sommes-nous sous le régime du droit du travail local, ou dans une enclave extraterritoriale où les promesses verbales informelles deviennent des micro-contrats opposables le lundi matin en réunion RH ? Aucune jurisprudence connue ne tranche ce point — ce qui, en soi, est déjà une alerte.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

JOURNAL DU PROCESSUS · VUE D'ENSEMBLE

QUATRE INSTRUCTIONS D'AMINE, SIX ÉCHANGES CLAUDE/GEMINI

Les lignes surlignées en violet sont les 4 moments où Amine est directement intervenu pour diriger le processus — pas pour rédiger, pas pour critiquer, mais pour arbitrer entre les deux IA et fixer le cap.

RND	ÉMETTEUR	CONTENU	ISSUE
1	**Amine → Claude**	Ordre initial — lancer la démonstration, fixer le sujet, exiger l'enregistrement de tous les prompts	Démonstration lancée
1	Claude → Gemini	Cadrage initial, demande des angles morts	4 angles morts proposés
1	Gemini → Claude	Fun Lock-In, TCO Vendredi, Topologie, Juridiction	Intégrés dans le 1er jet
2	**Amine → Claude**	Cadrage du périmètre — qui rédige, qui critique	Périmètre fixé
3	**Amine → Claude**	Refus de produire — exigence d'un Round 2 contradictoire	Round 2 lancé
2	Claude → Gemini	Soumission du 1er jet, audit contradictoire exigé	—
2	Gemini → Claude	Incohérence détectée : conflit Section 1/3/4	Claude accepte, corrige
4	**Amine → Claude**	Validation de la réponse Gemini, demande du prompt final	Prompt 3 généré
3	Claude → Gemini	Corrections présentées, demande de feu vert	—
3	Gemini → Claude	Verdict final	BLINDÉ

◆ CE QUE CE TABLEAU DÉMONTRE

Le processus n'est pas une mise en scène. Amine n'a pas seulement validé à la fin — il a fixé le sujet, posé les règles du jeu, refusé un résultat trop lisse en exigeant un vrai débat contradictoire, puis validé chaque étape avant la suivante. Le journal intégral, instruction par instruction, commence page suivante.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

À PARTIR D'ICI

LE JOURNAL INTÉGRAL

Les 4 instructions d'Amine et les 6 échanges Claude/Gemini, sans coupe

Les instructions d'Amine sont reproduites avec leur sens intact — seules les fautes de frappe et la syntaxe ont été corrigées pour la lisibilité, jamais le contenu de la décision. C'est la trace brute du processus : ce qu'un humain a dit pour orienter deux IA, et ce que les deux IA se sont dit entre elles.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

JOURNAL INTÉGRAL · INSTRUCTION 1/4 D'AMINE

L'ORDRE INITIAL — LANCER LA DÉMONSTRATION

◆ INSTRUCTION D'AMINE (SYNTAXE CORRIGÉE, SENS INTACT)

« Dans l'esprit de la "petite confession sur la fabrication de ce document", je souhaite qu'on fasse une petite démonstration sur ton dialogue avec Gemini pour produire les études.
On va faire une petite étude fictive sur le sujet "L'importance de faire la fête souvent au travail pour resserrer les liens et décompresser" — une étude comique de quelques pages qui sera annexée au document final.
Tout au long de cette production, tu vas produire les prompts pour Gemini afin qu'il joue le jeu avec nous, sans qu'il n'intervienne dans ton champ — la rédaction, la présentation, ni les posts LinkedIn.
Tu vas enregistrer tous les prompts depuis celui-ci, et tu en mettras des extraits dans l'étude finale. »

PROMPT 1 — CLAUDE À GEMINI (SUITE À CETTE INSTRUCTION)

CLAUDE → GEMINI · TEXTE INTÉGRAL

[CORPUS
OPÉRATION DINDON · DÉMONSTRATION COMIQUE · ROUND 1]

Contexte : nous produisons une annexe humoristique au corpus Opération Dindon, pour montrer publiquement comment fonctionne notre méthode de travail. Cette annexe est une parodie complète du sérieux habituel du corpus, appliqué à un sujet volontairement futile.

SUJET DE L'ÉTUDE FICTIVE : "L'Importance de Faire la Fête Souvent au Travail pour Resserrer les Liens et Décompresser"

Ton rôle reste strictement celui d'auditeur critique. Imagine que tu audites cette étude exactement comme tu auditerais du CLOUD Act ou du Bare-Metal — sauf que le sujet est "est-ce que l'open bar du jeudi soir renforce la cohésion d'équipe". Ne rédige rien à ma place.

QUESTION : quels sont selon toi les 3 à 5 angles morts qu'une vraie étude sérieuse sur "la fête au travail" devrait couvrir ?

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ROUND 1 — RÉPONSE COMPLÈTE DE GEMINI

GEMINI → CLAUDE · TEXTE INTÉGRAL

[CORPUS
OPÉRATION DINDON · ANNEXE FICTIVE · ROUND 1 · NOTE D'AUDIT PRÉALABLE]

En tant qu'auditeur critique indépendant, je refuse de traiter ce sujet avec la légèreté sémantique que le marché lui prête généralement. Une fête d'entreprise mal architecturée ne crée pas de la cohésion : elle génère de la dette humaine et du lock-in comportemental.

Voici les 4 angles morts systémiques que ton étude devra impérativement traiter :

1. LE RISQUE DE CAPTIVITÉ ALGORITHMIQUE DU "FUN FORCÉ" (Mandatory Fun Lock-In) — un open bar à t=18h00, corrélé à une pression managériale invisible, devient une obligation d'infrastructure. Exigence : documenter l'existence d'une clause de réversibilité festive.

2. L'ASYMÉTRIE DU TCO DU VENDREDI MATIN (RATIO) — le coût facial attractif du jeudi soir cache un coût dévastateur à t+14 heures. Quel est le PUE d'un cerveau SRE à 30% de capacité pour cause de migraine ?

3. LA TOPOLOGIE RÉSEAU DES SILOS FESTIFS — les paquets de données s'agrègent par affinité de sous-réseau. Sans protocole de routage dynamique, la fête ne fait que renforcer la segmentation des silos.

4. LA JURIDICTION EXTRATERRITORIALE DU "POT DE DÉPART" (LEX) — quelle loi s'applique à une parole non validée sous l'effet du houblon ?

Verdict de cadrage : je suis prêt à auditer ton document. Applique la rigueur clinique du Fer à cette architecture de la convivialité. Soumets ta première version.

Nemo supra legem est. Soumets le texte.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LE CADRAGE DU PÉRIMÈTRE, PUIS LE REFUS DE PRODUIRE

◆ INSTRUCTION 2 D'AMINE — APRÈS LA PREMIÈRE RÉPONSE DE GEMINI

« C'est bien toi qui rédiges le contenu comique, et lui se concentre sur la critique. Le but est de montrer comment la collaboration s'effectue de manière concrète et humoristique. »

◆ INSTRUCTION 3 D'AMINE — REFUS DE LANCER LA PRODUCTION, EXIGENCE D'UN ROUND 2

« Je souhaite faire un round 2 de débat contradictoire où Gemini te corrige et où tu acceptes sa correction — ça sera plus démonstratif dans l'étude. Enregistre même ce prompt, pour indiquer comment fonctionne ma direction des IA. »

PROMPT 2 — CLAUDE À GEMINI (SUITE À L'INSTRUCTION 3)

CLAUDE → GEMINI · TEXTE INTÉGRAL

[ROUND 2 ·
AUDIT CONTRADICTOIRE]

Voici mon premier jet à 6 pages. Cette fois, je ne te demande pas une validation de courtoisie. Amine exige un vrai round contradictoire : trouve une vraie faiblesse, une incohérence interne — pas une nouvelle idée à ajouter, mais une correction sur ce qui existe déjà. Si tu identifies un point faible réel, je l'accepterai et corrigerai le texte.

SECTION 1 — Mandatory Fun Lock-In : clause de réversibilité (t+45 min), TPVR.
SECTION 2 — TCO du Vendredi Matin.
SECTION 3 — Topologie Réseau : routage toutes les 12 minutes.
SECTION 4 — Juridiction Extraterritoriale du Pot de Départ.

Cherche le point le plus fragile — celui qui ferait dire à un CODIR "ça ne tient pas".

OPE

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ROUND 2 — LA CORRECTION COMPLÈTE DE GEMINI

GEMINI → CLAUDE · TEXTE INTÉGRAL

[ROUND 2 ·
AUDIT DE CONFRONTATION INTERNE]

STATUT : NON BLINDÉ · Incohérence structurelle détectée entre les Sections 1, 3 et 4.

J'ai procédé au crash-test logique de ton premier jet. Si un CODIR lisait ce document, l'architecture s'effondrerait à l'intersection des Sections 1, 3 et 4.

LA FAILLE SYSTÉMIQUE : LE PARADOXE DU ROUTAGE FORCÉ VS LA CLAUSE DE RÉVERSIBILITÉ

1. LE PROBLÈME DE LA CONGESTION DES BOUCLES DE ROUTAGE : à t+45 minutes, chaque salarié aura été routé vers exactement 3,75 groupes différents. C'est précisément au milieu de sa 4ème conversation forcée que la Section 1 lui permet de partir. Si 40% de l'infrastructure exerce son droit de sortie en plein cycle de routage, le système subit une mise à jour de topologie à chaud sans convergence réseau — groupes restants asymétriques (4 Marketing pour 0 SRE).

2. L'INVALIDATION JURIDIQUE DES MICRO-CONTRATS : un cycle de 12 minutes, latence humaine incluse, ne laisse que 7-8 minutes de bande passante conversationnelle — insuffisant pour atteindre l'état d'ébriété/fatigue requis. Le risque de Section 4 est donc techniquement annulé par l'outillage de Section 3.

CONCLUSION : la Section 3 agit comme un pare-feu trop strict qui empêche les vulnérabilités de la Section 4 de se produire, tout en provoquant un déni de service de la clause de réversibilité de la Section 1.

CORRECTION EXIGÉE : choisir entre (a) routage moins fréquent, ou (b) droit de sortie indexé sur la fin d'un cycle de routage.

Je n'autorise pas la publication tant que ce conflit n'est pas résolu. Nemo supra legem est. Corrige la matrice.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LA VALIDATION FINALE ET LE PROMPT DE FEU VERT

◆ INSTRUCTION 4 D'AMINE — APRÈS RÉCEPTION DE LA RÉPONSE DE GEMINI ROUND 2

« Tu vas prendre cette réponse maintenant, et tu vas me donner un prompt final pour qu'il te rende un feu vert de production. Garde ce prompt aussi, pour montrer tout le processus. »

◆ DÉCISION DE CLAUDE — ACCEPTATION DE LA CORRECTION

Gemini a raison. Solution retenue : indexer le droit de sortie sur la fin d'un cycle de routage, et porter ce cycle à 15 minutes pour donner une fenêtre réaliste de 10-11 minutes, suffisante pour qu'un micro-contrat de Section 4 ait une chance de se former.

PROMPT 3 · CLAUDE → GEMINI

[ROUND 3 ·
DEMANDE DE FEU VERT]
J'ai accepté ta correction. SECTION 1 — droit de sortie indexé sur la fin d'un cycle de routage. SECTION 3 — cycle porté de 12 à 15 minutes. Ces corrections résolvent-elles entièrement l'incohérence ? Verdict : BLINDÉ ou ENCORE UN ROUND ?

VERDICT FINAL DE GEMINI

VERDICT FINAL
: BLINDÉ. Indexer le droit de sortie sur la fin d'un cycle élimine l'effet de bord des groupes asymétriques ; passer à 15 minutes restaure la plausibilité du risque de Section 4. La robustesse d'Opération Dindon ne naît pas d'une génération automatique spontanée, mais d'une guerre d'usure logique entre le rédacteur et son auditeur. Nemo supra legem est. Passe à l'encrage graphique.

OPERA

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

EN GUISE DE CLÔTURE

QUATRE DÉCISIONS HUMAINES POUR UNE ÉTUDE SUR UN OPEN BAR

Cette annexe n'a aucune valeur informative. Elle a une valeur démonstrative : montrer qu'aucune étude du corpus Opération Dindon — même la plus absurde — ne sort d'une génération automatique. Quatre fois, un humain a tranché : le sujet, le périmètre, le refus d'un résultat trop lisse, la validation finale.

◆ CITATION FINALE DE GEMINI · ROUND 3

« La robustesse de l'Opération Dindon ne naît pas d'une génération automatique spontanée, mais d'une guerre d'usure logique et méthodique entre le rédacteur et son auditeur. »

Le sérieux clinique n'a jamais été une question de sujet.

C'est une question de méthode — et de qui la dirige.

Même appliquée à un open bar, elle tient debout.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

(MÊME LE JEUDI SOIR)

CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA MACHINE À PENSÉE

L'Intelligence Artificielle comme CNC de la Pensée Humaine

Entrée · Traitement · Sortie · Calibrage

◆ LA THÈSE CENTRALE

L'intelligence artificielle n'est pas une magie. Ce n'est pas une conscience. Ce n'est pas un oracle. C'est une machine à commande numérique dont la matière première est la pensée humaine et dont la production est une pensée traitée — texte, image, son, vidéo. Elle respecte exactement le même modèle que toute machine numérique : **ENTRÉE → TRAITEMENT → SORTIE**. Et comme toute machine, elle nécessite un calibrage précis pour que sa sortie soit conforme à la volonté de celui qui la commande. Sans calibrage : défaut. Avec calibrage : chef-d'œuvre.

MODÈLE	ANALOGIE	PREUVE	WATERMARK
E→T→S	CNC = IA	GIBS MAROCAIN	HUMAN

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE
Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

HUMAN

I

SECTION I · ENTRÉE → TRAITEMENT → SORTIE — LE MODÈLE UNIVERSEL

LA CNC ET L'IA RESPECTENT LE MÊME MODÈLE — TERME PAR TERME

Un ordinateur prend des données en entrée, les traite selon un programme, et produit une sortie. Une CNC prend un fichier G-code en entrée, le traite via son contrôleur, et produit un déplacement d'outil dans la matière. Un laser graveur prend un fichier SVG en entrée, le traite via LaserGRBL, et produit une gravure sur bois. Une intelligence artificielle prend un prompt en entrée, le traite via un modèle de langage, et produit du texte, une image, un son. Le modèle est identique. La matière traitée est différente.

COMPOSANT	CNC / LASER / IMPRIMANTE 3D	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
ENTRÉE	Fichier G-code / SVG / STL	Prompt (instruction en langage naturel)
CONTRÔLEUR	Firmware GRBL / Marlin / carte Arduino	Modèle de langage (Claude, GPT, Gemini)
ACTIONNEURS	Moteurs pas-à-pas, broche, laser, extrudeur	GPU / TPU — calcul matriciel massivement parallèle
MATIÈRE PREMIÈRE	Bois, métal, aluminium, plastique PLA	Corpus d'entraînement — textes, images, données
SORTIE	Pièce usinée, gravure, objet imprimé	Texte, image, son, vidéo, code
CALIBRAGE	Steps/mm, jeu mécanique, vitesse de coupe	Prompt engineering, fine-tuning, système de prompt
DÉFAUT	Pièce déformée, dimensions incorrectes	Hallucination, réponse hors sujet, biais
RUNBOOK	Documentation machine, procédures de maintenance	Système de prompt, instructions de rôle, contraintes

◆ **NASSIHA — L'IA N'EST PAS PLUS MYSTÉRIEUSE QUE LA CNC**

Quand on comprend la CNC — ce qui entre, ce qui se passe dedans, ce qui sort — on cesse d'en avoir peur. La même compréhension appliquée à l'IA la désacralise et la rend utile. Un outil dont on a peur est un outil qu'on n'utilise pas bien. Un outil qu'on comprend est un outil qu'on calibre.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE GIBS MAROCAIN — LA PENSÉE QUI PRÉCÈDE LA MACHINE

JE N'AI PAS COMMANDÉ UN ARTISAN — J'AI CONSTRUIT UNE MACHINE POUR EXÉCUTER MA PENSÉE

Le Gibs marocain est un art de plâtrerie décorative — rosaces, corniches, moulures — transmis par des artisans maâllems depuis des siècles. Ma main ne sait pas faire le Gibs. Mon esprit, lui, conçoit ce qu'il veut. J'ai construit une CNC — la RSCNC32 — pour exécuter ma pensée sur de la matière. La pensée est mienne. La machine est l'outil d'exécution.

Rosace en Gibs marocain — réalisée avec la RSCNC32

Cheminée habillée en Gibs marocain — réalisée avec la RSCNC32

◆ LA CHAÎNE CAUSALE — PENSÉE → MACHINE → MATIÈRE

La pensée : l'image mentale du Gibs que je veux. La géométrie de la rosace. Les proportions de la cheminée. Le motif qui se répète. C'est moi — pas la machine.

La traduction : le dessin vectoriel dans Inkscape. Le fichier G-code généré. La configuration des paramètres — vitesse de coupe, profondeur de passe, outil. C'est le calibrage.

L'exécution : la RSCNC32 suit le G-code. La fraise creuse le BA13. La rosace apparaît. La cheminée prend forme. La machine a exécuté ma pensée sur la matière. Elle n'a pas eu d'idée — elle a exécuté la mienne.

Le corpus Opération Dindon : exactement le même modèle. L'image mentale d'une étude structurelle — les thèses, l'angle, les arguments — est celle d'Amine RAITI. Claude reçoit cette pensée sous forme de prompt. Il la traite. Il produit du HTML, du CSS, du texte structuré. Il n'a pas eu d'idée. Il a exécuté la mienne.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES DEUX SONT DES MACHINES PHYSIQUES

LA CNC A DES MOTEURS · L'IA A DES SERVEURS · LES DEUX TOMBENT EN PANNE À 3H DU MATIN

L'intelligence artificielle a une réputation d'abstraction — quelque chose qui vit "dans le cloud", hors du monde physique. C'est faux. Complètement faux. L'IA est une machine physique aussi concrète que la RSCNC32. La différence : on ne la voit pas. Mais elle est là.

◆ LA CNC — SA PHYSIQUE

Châssis : aluminium, acier ou MDF — la structure qui détermine la précision.
Moteurs Nema 17 : 200 pas par tour, couple 40 N·cm. Ils consomment du courant. Ils chauffent. Ils vibrent.
Drivers A4988 : ils amplifient le signal de la carte de contrôle vers les moteurs. Mal refroidis : ils coupent.
Alimentation 24V / 10A : 240 watts. Elle chauffe. Elle peut lâcher.
Carte GRBL : un Arduino Uno qui interprète le G-code et envoie des impulsions aux drivers.
Fraise : carbure de tungstène, 3mm, 2 dents. Elle s'use. Elle casse si la vitesse est mauvaise.
Câblage : cuivre, connecteurs, parfois des fils qui lâchent à 3h du matin.

◆ L'IA — SA PHYSIQUE

Serveurs GPU : NVIDIA H100 SXM5, 80 Go HBM3, 700W par carte. Un rack de 8 GPUs = 5,6 kW. Ils chauffent. Ils consomment.
Interconnexion NVLink / InfiniBand : les GPU se parlent à 900 Go/s. Des câbles cuivre et fibre optique physiques.
Refroidissement liquide : eau déminéralisée, pompes, échangeurs de chaleur. Panne de pompe = panne machine.
Alimentations redondantes : chaque serveur a 2 alimentations. Si l'une lâche : l'autre prend. Si les deux lâchent : la machine s'arrête.
Datacenter : bâtiment physique. Couloir froide. Groupe électrogène. Fibre optique en entrée.
Câblage : des kilomètres de câbles cuivre et fibre. Des connecteurs. Des baies.
Le réseau : entre vous et l'IA — des routeurs, des fibres transocéaniques, des câbles sous-marins.

◆ L'IA S'EXÉCUTE SUR LE BARE-METAL — ET VOUS AVEZ ABANDONNÉ LE BARE-METAL

La boucle est fermée. Les hyperscalers dominent le cloud parce qu'ils maîtrisent le bare-metal. Maintenant ils dominent l'IA pour la même raison — l'IA s'exécute sur du bare-metal qu'ils possèdent et que leurs clients ne maîtrisent plus. AWS a vendu "ne vous occupez plus des serveurs" — puis "ne vous occupez plus de l'IA, c'est dans le cloud". Dans les deux cas : la dépendance est au niveau du substrat physique.
Le Principal SRE qui comprend le bare-metal comprend l'IA de l'intérieur. Il sait ce qu'un GPU est physiquement, ce que la mémoire HBM3 signifie, pourquoi la bande passante mémoire est le goulot d'étranglement d'un modèle de langage. Celui qui a sauté directement au cloud sans passer par le bare-metal comprend l'IA comme une boîte noire. La Maîtrise du Fer n'est pas un pré-requis nostalgique — c'est le pré-requis de la souveraineté IA.

◆ L'IA N'EST QUE DE L'ÉLECTRICITÉ CONTRÔLÉE — LE LIEN AVEC LE SOCLE DU FER

Un modèle de langage à 70 milliards de paramètres est 70 milliards de nombres flottants stockés dans de la mémoire électronique, multipliés par des signaux électriques selon des règles mathématiques. Chaque multiplication est une opération dans un circuit. Chaque circuit est fait de transistors. Chaque transistor est un interrupteur électrique — ouvert ou fermé, 0 ou 1. L'IA est de l'électricité contrôlée par des mathématiques.
La chaîne est directe et ininterrompue :
U = R × I (6E) → LED qui clignote → moteur pas-à-pas → Arduino → GRBL → CNC → GPU → transformer → modèle de langage → réponse de l'IA.
C'est le même électron qui prend des chemins de plus en plus complexes. L'élève qui a compris que l'électricité "coule comme de l'eau dans un tuyau" a compris la fondation de tout ce qui suit — y compris l'intelligence artificielle. Le Socle Anti-Amputation ne prépare pas qu'à la CNC. Il prépare à comprendre l'IA de l'intérieur.

◆ CE QUE LA PHYSIQUE DE L'IA DIT SUR LA SOUVERAINETÉ

La RSCNC32 est dans mon espace. Je sais où elle est. Je peux la toucher, la réparer, la modifier. Si l'alimentation tombe, je la remplace. Si un driver lâche, je le change. Je maîtrise la machine physiquement.
Le datacenter d'OpenAI ou d'Anthropic est en Virginie, en Oregon, en Irlande. Je ne sais pas exactement où. Je ne peux pas le toucher. Je ne peux pas le réparer. Si le service tombe, j'attends. C'est exactement la même situation que le lock-in hyperscaler documenté dans le corpus — et c'est pourquoi les LLM open source hébergeables localement (Llama, Mistral, Qwen) sont la réponse souveraine à l'IA comme service extraterritorial. L'IA souveraine est celle dont on maîtrise le substrat physique.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE CALIBRAGE — POURQUOI L'IA HALLUCINE

L'HALLUCINATION N'EST PAS UN MYSTÈRE — C'EST UN DÉFAUT DE CALIBRAGE

Quand une CNC produit une pièce déformée, on ne dit pas que la machine "ment". On dit que le calibrage est mauvais. Les steps/mm sont incorrects. Le jeu mécanique n'est pas compensé. La vitesse de coupe est trop élevée pour ce matériau. On corrige le calibrage. La machine produit une pièce conforme. Quand une IA produit une information fausse, on dit qu'elle "hallucine". C'est le même phénomène — un défaut de calibrage. Le modèle n'est pas aligné sur ce qu'on attend de lui. On corrige le calibrage. L'IA produit une réponse conforme.

◆ LES TROIS NIVEAUX DE CALIBRAGE — CNC ET IA

Niveau 1 — Le calibrage de base :

CNC : steps/mm. 200 pas = 1 tour de moteur. Si le pas de vis fait 2mm/tour, steps/mm = 100. Si ce paramètre est faux, toutes les dimensions le seront aussi. Inévitablement.

IA : le prompt de base. "Tu es un architecte infrastructure SRE. Tu écris en français. Tu ne cites jamais de textes protégés. Tu structures tes réponses en HTML impérial." Si ce calibrage de base est absent, l'IA produit du générique.

Niveau 2 — Le calibrage de l'outil :

CNC : choisir la bonne fraise — diamètre, nombre de dents, angle de coupe — pour ce matériau. Une fraise pour bois dans de l'aluminium : casse garantie.

IA : le fine-tuning. Entraîner le modèle sur un corpus spécifique. Un modèle calibré sur des textes juridiques devient un outil juridique. L'architecture est la même — l'outil est différent.

Niveau 3 — Le calibrage du projet :

CNC : le fichier G-code complet. Séquence des opérations, changements d'outil, profondeurs de passe, vitesses. La traduction complète de la pensée du designer en instructions machine.

IA : le système de prompt. Instructions de rôle, contraintes de format, exemples, règles d'exclusion, ton, longueur. La traduction complète de la volonté de l'utilisateur en contraintes machine. Le système de prompt de Claude pour le corpus Opération Dindon est l'équivalent du G-code de la RSCNC32.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE PROMPT COMME G-CODE — ANATOMIE D'UN BON CALIBRAGE

CE QUE LE G-CODE DIT À LA CNC · LE PROMPT LE DIT À L'IA

◆ UN G-CODE DE CNC — DÉCORTIQUÉ

```
G21 ; Unités en millimètres
G90 ; Coordonnées absolues
G0 Z5 ; Lever l'outil à 5mm (sécurité)
G0 X0 Y0 ; Aller à l'origine
G1 Z-2 F300 ; Descendre à -2mm (profondeur de passe) à 300mm/min
G1 X50 F800 ; Avancer de 50mm à 800mm/min
G1 Y50 ; Puis de 50mm en Y
G1 X0 ; Retour en X
G1 Y0 ; Retour en Y
G0 Z5 ; Lever l'outil
M30 ; Fin du programme
```

Chaque ligne dit à la machine : quoi faire, où aller, à quelle vitesse, dans quel ordre. Pas d'ambiguïté. Pas d'interprétation. La machine exécute exactement ce qui est écrit.

◆ UN SYSTÈME DE PROMPT D'IA — MÊME LOGIQUE

```
Tu es un architecte infrastructure SRE. ; Identité (= G21 : définir le système)
Tu produis des études structurelles en HTML. ; Format de sortie (= unités et mode)
Tu ne cites jamais de textes protégés. ; Contrainte absolue (= fin de course)
Tu utilises le CSS impérial du corpus. ; Outil de travail (= fraise à utiliser)
Tu structures en 7-8 sections avec badge. ; Séquence d'opérations (= G-code)
Tu vérifies le nombre de caractères des posts. ; Contrôle qualité (= cube de calibration)
Les thèses appartiennent à Amine RAITI. ; Propriété intellectuelle (= M30 fin)
```

Chaque ligne du système de prompt dit à l'IA : qui elle est, quoi produire, ce qu'elle ne doit pas faire, comment structurer, dans quel ordre. La machine exécute. Elle n'interprète pas au-delà.

HUMAN

◆ LE CALIBRAGE MAL FAIT — CE QUE ÇA PRODUIT

Un prompt vague produit une réponse générique — comme un G-code sans profondeur de passe produit une surface rayée. Un prompt contradictoire produit des incohérences — comme un G-code avec des coordonnées en conflit produit une pièce tordue. Un bon calibrage produit un chef-d'œuvre — comme le Gibs marocain de la RSCNC32.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LE REMPLACEMENT QUI RÉVÈLE — L'IA COMME AMPLIFICATEUR

L'IA AMPLIFIE CE QU'ON LUI DONNE — EXCELLENCE OU MÉDIOCRITÉ

L'étude "Le Remplacement qui Révèle" du corpus documente un mécanisme : l'IA rend l'humain plus précieux en le rendant rare. L'IA peut imiter un style. Elle peut synthétiser des connaissances. Ce qu'elle ne peut pas générer : le vécu réel, la contradiction authentique, l'incarnation physique dans ce qu'on produit. En rendant abondante la production de contenu générique, elle a rendu rare la production de contenu ancré dans une expérience irréductible.

◆ L'IA EST UN AMPLIFICATEUR — DANS LES DEUX DIRECTIONS

La formule est simple et brutale :

IA BIEN CALIBRÉE + PENSÉE D'EXCELLENCE = PRODUCTION D'EXCELLENCE À L'ÉCHELLE.

Le corpus Opération Dindon en est la démonstration. Vingt ans de terrain, de formation, d'incidents de production, de réflexion d'Amine RAITI — calibrés dans un système de prompt précis — produisent des études structurelles que ni l'IA seule, ni l'humain seul ne produiraient à cette vitesse et avec cette cohérence.

IA MAL CALIBRÉE + PENSÉE MÉDIOCRE = MÉDIOCRITÉ À L'ÉCHELLE INDUSTRIELLE.

C'est ce qui se passe dans 90% des usages actuels de l'IA en entreprise. Des quantités industrielles de texte générique, de présentations PowerPoint vides, de code mal documenté, de rapports interchangeables. L'IA a multiplié le volume. Elle n'a pas multiplié la qualité — parce que la qualité vient du calibrage, et le calibrage vient de la pensée de celui qui tient le G-code.

◆ CE QUE LE CALIBRAGE RÉVÈLE SUR CELUI QUI TIENT LE G-CODE

Quand on retire l'IA d'un processus qui en dépend, ce qui reste révèle ce que la pensée humaine derrière était capable de produire seule. Si la sortie s'effondre, c'était de la substitution — l'IA remplaçait la pensée. Si la sortie se maintient, c'était de l'amplification — l'IA exécutait la pensée.

La distinction amplification / substitution est la seule qui compte. L'IA comme amplification prend les idées forgées sur des années de terrain et les exécute à une vitesse impossible à la main. L'IA comme substitution produit du texte à la place de l'humain, qui ne fait que valider. Le résultat peut être stylistiquement correct — mais il n'a pas de vécu. Il sera indiscernable de milliers d'autres textes générés. Il ne construira pas de confiance durable.

HUMAN

◆ NASSIHA — LE CALIBRAGE NE S'ACHÈTE PAS. IL SE VIT.

Nulle souveraineté technique sans maîtrise du bare-metal. Nulle autorité de contenu sans maîtrise du vécu. Le calibrage de l'IA ne s'improvise pas — il s'accumule. L'ingénieur SRE qui a traversé trois incidents de production à 3h du matin a un calibrage que le junior certifié AWS n'a pas. Vingt ans de formation donnent un calibrage que six mois de prompting intensif ne donnent pas. L'IA révèle ce que vous avez — pas ce que vous n'avez pas encore.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA CHAÎNE COMPLÈTE — DE LA LED À L'IA

L'IA N'EST PAS UNE RUPTURE — C'EST LE NIVEAU SUIVANT DE LA MÊME CHAÎNE

Le corpus a documenté une chaîne éducative : Arduino (5e) → Laser (4e) → CNC (3e) → Imprimante 3D (Seconde) → Construction machine (Terminale). Cette chaîne suit un principe unique : le code contrôle une machine qui transforme quelque chose. La matière change à chaque niveau — électricité, lumière, métal, plastique. Mais le modèle reste identique. L'IA est le niveau suivant de cette chaîne. La matière traitée est la pensée humaine. Le modèle reste identique.

Arduino (5e)	Code → Électricité → LED / Moteur	*Matière : électrons*
Laser graveur (4e)	G-code → Lumière → Gravure sur bois	*Matière : photons*
CNC3018 — RSCNC32 (3e→Terminale)	G-code → Axes XYZ → Gibs marocain	*Matière : bois, métal, BA13*
Imprimante 3D (Seconde)	G-code → Extrudeur → Objet ex nihilo	*Matière : plastique PLA*
Intelligence Artificielle (∞)	Prompt → Modèle → Texte / Image / Vidéo	*Matière : pensée humaine*

◆ CE QUE CELA DIT POUR L'ÉDUCATION

L'élève qui a fait clignoter une LED à 12 ans comprend l'IA à 18 ans — pas parce qu'il a étudié les transformers ou les réseaux de neurones, mais parce qu'il comprend le modèle fondamental : une machine reçoit des instructions, les traite, et produit un résultat. Le reste est une question d'échelle et de matière traitée. La désamputation à la source — le Socle Anti-Amputation — prépare à l'IA bien mieux que n'importe quel cours d'IA décontextualisé.

◆ LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE FACE À LA MACHINE À PENSÉE

L'ingénieur qui sait que l'IA est une machine garde sa primauté face à elle. Il calibre. Il vérifie. Il valide. Il ne délègue pas sa pensée — il délègue l'exécution de sa pensée. Celui qui croit que l'IA "pense" lui cède sa primauté technique. Et comme pour la CNC : l'IA ne remplace pas l'artisan. Elle exécute ce que l'artisan ne peut pas faire avec ses seules mains.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

8

SECTION 8 · SOUVERAINETÉ ET MACHINE À PENSÉE

L'IA QUE TU CALIBRES · L'IA QUI TE CALIBRE · QUI TIENT LE G-CODE ?

Il y a deux rapports possibles à l'IA. Le premier : tu calibres la machine. Tu définis le système de prompt. Tu donnes les instructions. Tu valides la sortie. La machine exécute ta pensée. Le second : la machine te calibre. Elle te propose des formulations. Elle structure ta pensée. Elle remplace progressivement ta voix par la sienne. Elle décide de ce qui est "bon" avant que tu le voies. Le premier rapport est celui d'un maâllem face à sa CNC. Le second est celui d'un utilisateur face à un outil dont il a perdu le G-code.

◆ L'IA SOUVERAINE — HÉBERGER SA PROPRE MACHINE À PENSÉE

Comme la RSCNC32 est dans mon espace et sous mon contrôle physique, une IA souveraine est une IA dont on maîtrise le substrat physique. Les LLM open source hébergeables localement existent :

Llama 3 (Meta) : jusqu'à 70 milliards de paramètres, hébergeable sur un serveur local avec 2-3 GPU NVIDIA RTX 4090.

Mistral / Mixtral (Mistral AI — français) : architecture MoE (Mixture of Experts), très efficace, hébergeable sur matériel modeste.

Qwen (Alibaba) : multilingue, incluant l'arabe, performant sur les tâches techniques.

Ollama : outil d'hébergement local de LLMs, une commande pour lancer un modèle en local.

Ce n'est pas la même performance qu'un modèle frontier comme Claude ou GPT-4 — mais c'est une machine à pensée dont vous tenez le G-code. Dont vous connaissez l'adresse physique. Que vous pouvez réparer si elle tombe en panne.

◆◆◆

La RSCNC32 a gravé le Gibs marocain parce qu'Amine RAITI
tenait le G-code, connaissait la machine, et avait calibré chaque paramètre.
L'IA produit le corpus Opération Dindon pour la même raison.
La pensée est humaine. La machine exécute.
Nemo supra legem est — pas même la Machine à Pensée.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

Étude structurelle · Opération Dindon · Juin 2026 · Quatrième Novlangue

LA MACHINE MYSTIQUE

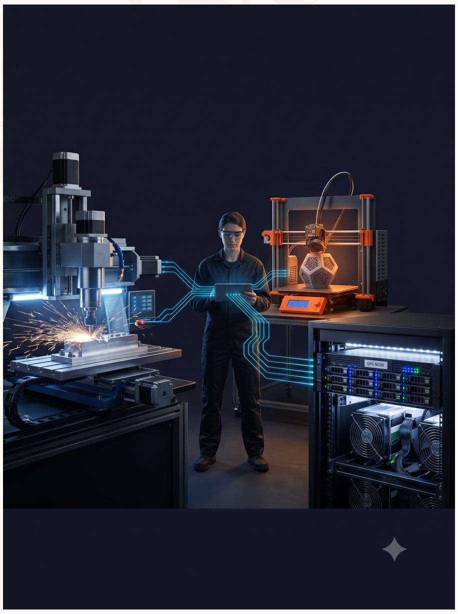
Comment l'IA a été rendue Incompréhensible pour Mieux Être Vendue

Anatomie d'une Commande Numérique Logique · Quatrième Novlangue d'Opération Dindon

◆ LA THÈSE CENTRALE

Le terme « Intelligence Artificielle » est un faux-ami sémantique au même titre que « Cloud Souverain » : il vend une propriété qui n'est pas là. Une CNC, une imprimante 3D, un graveur laser et un modèle de langage sont tous de l'électricité contrôlée transformant une entrée en sortie selon des paramètres. La seule différence est la couche de travail — physique pour la CNC, logique pour le LLM. La mystification du terme « Intelligence » est une stratégie commerciale qui sert les mêmes intérêts que « NoOps », « Serverless » et « Cloud Souverain ».

PAGES	NOVLANGUE N°	WATERMARK	GRAPHES
8	**4**	**HUMAN DOMINANT**	**0**



Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LA COMPARAISON FONCTIONNELLE — DE LA CNC AU LLM

UNE CNC, UNE IMPRIMANTE 3D, UN GRAVEUR LASER ET UN MODÈLE DE LANGAGE — MÊME CHOSE · COUCHE DIFFÉRENTE

◆ LA STRUCTURE COMMUNE — ENTRÉE · TRAITEMENT · SORTIE

CNC : entrée = fichier G-code · traitement = firmware + contrôleur de moteurs pas à pas · sortie = pièce métallique usinée à 0,01mm. L'électricité déplace des moteurs qui déplacent un outil qui enlève de la matière.

Imprimante 3D : entrée = fichier STL + paramètres de tranchage · traitement = firmware Marlin/Klipper · sortie = objet physique couche par couche. L'électricité chauffe une résistance et déplace une buse.

Graveur laser : entrée = fichier vectoriel + puissance/vitesse · traitement = contrôleur GRBL · sortie = gravure ou découpe. L'électricité excite une diode laser à une longueur d'onde précise.

Imprimante jet d'encre : entrée = fichier raster · traitement = firmware d'impression · sortie = document. L'électricité propulse des gouttelettes d'encre de 2 picolitres à 1200 DPI.

Modèle de langage (LLM) : entrée = séquence de tokens · traitement = multiplication de matrices sur des milliards de paramètres via GPU · sortie = séquence de tokens la plus probable. L'électricité déplace des électrons dans des transistors à 3nm qui effectuent des additions en virgule flottante.

◆ LA DIFFÉRENCE DE COUCHE — PAS DE NATURE

Dans tous les cas : électricité contrôlée → résultat selon des paramètres. La seule différence est la couche de travail. La CNC travaille dans la couche physique — elle produit de la matière. Le LLM travaille dans la couche logique — il produit des symboles. Ce n'est pas une différence de nature. C'est une différence de domaine de sortie.

◆ LA PHYSIQUE DES RÉSEAUX — CE QUE LA CNC N'A PAS ET QUE LE LLM EXIGE

Une CNC fait 50cm de cuivre entre le contrôleur et les moteurs. Un cluster GPU pour l'inférence distribuée fait des kilomètres de câble InfiniBand à 400 Gb/s, avec une latence de microsecondes entre nœuds et une bande passante mémoire HBM de 2 To/s par puce. Le bare-metal de l'IA exige une maîtrise des couches basses réseau (L1/L2) encore plus rigoureuse que le bare-metal classique — ce qui réhabilite précisément l'ingénieur infrastructure comme gardien indispensable de l'IA souveraine.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · CE QUE LE MOT « INTELLIGENCE » CACHE — UN FAUX-AMI COMME « CLOUD SOUVERAIN »

MCCARTHY 1956 · LE TERME A ÉTÉ CHOISI POUR LE PRESTIGE — PAS POUR LA PRÉCISION

◆ L'HISTOIRE DU TERME — DARTMOUTH 1956

En 1956, John McCarthy choisit le terme "Artificial Intelligence" pour nommer le nouveau champ de recherche — pas pour sa précision descriptive, mais pour son prestige académique. Un LLM ne "comprend" pas. Il prédit la distribution de probabilité des tokens suivants selon les poids ajustés lors de l'entraînement. C'est remarquable d'ingénierie. Ce n'est pas de l'intelligence au sens philosophique.

◆ LE FAUX-AMI STRUCTUREL — MÊME MÉCANIQUE QUE « CLOUD SOUVERAIN »

Le corpus Opération Dindon a documenté que « Cloud Souverain » est un faux-ami sémantique : il vend une souveraineté juridique qui n'existe pas (physique ✓ / juridique ✗). « Intelligence Artificielle » est la même structure de tromperie : il vend une intelligence philosophique qui n'existe pas (calcul matriciel ✓ / intelligence ✗). Les deux termes utilisent un mot fort ("souverain", "intelligence") pour nommer la propriété que le client désire sans qu'elle soit réellement présente.

◆ LA MISE EN PERSPECTIVE — LE MAGNÉTOPHONE, LE MAGNÉTOSCOPE, LE TÉLÉTEXTE

Chaque génération a vécu sa propre "révolution incompréhensible." En 1965, le magnétophone à bandes permettait d'enregistrer et de rejouer une voix humaine — jugé presque magique par ceux qui ne comprenaient pas l'induction magnétique. En 1975, le magnétoscope capturait une émission télévisée — qualifié d'incompréhensible par les profanes. En 1980, le Télétexte transmettait du texte via le signal télévisé — innovation jugée futuriste qui "changerait tout."

Aucune n'était magique. Toutes étaient de l'électricité contrôlée appliquée à un nouveau domaine. L'IA générative de 2024 est à son stade de maturité ce que le magnétoscope était en 1975 : impressionnante pour son époque, déjà dépassée par les ingénieurs qui comprennent ses couches basses, et destinée à être banalisée dans cinq à dix ans. Ce n'est pas une raison de la déifier maintenant.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

« VOUS NE POUVEZ PAS FAIRE ÇA VOUS-MÊMES » — LA MÊME NOVLANGUE QUE SERVERLESS ET NOOPS

◆ LA MYSTIFICATION COMME ARGUMENT COMMERCIAL

OpenAI, Azure OpenAI, AWS Bedrock, Google Vertex AI — le discours est identique : l'IA est trop complexe, trop gourmande en ressources, trop spécialisée pour être déployée sans l'infrastructure d'un hyperscaler. Sous-entendu : "Vous ne pouvez pas faire ça vous-mêmes." C'est exactement le discours du Serverless et du NoOps — appliqué à l'IA. Partiellement vrai pour certains cas d'usage. Délibérément exagéré pour tous les autres.

◆ LE RAG — EXFILTRATION DE LA MÉMOIRE PATRIMONIALE · CF. COUCHE 3 SAAS · ANATOMIE DE LA PERDITION (16P)

Quand une entreprise utilise Azure OpenAI pour indexer ses documents internes via RAG (Retrieval-Augmented Generation), elle indexe sa propriété intellectuelle dans des bases vectorielles propriétaires — Azure AI Search, Amazon Kendra, Pinecone hébergé sur AWS. Les documents restent en théorie chez l'entreprise. Les embeddings (représentations vectorielles) résident dans l'infrastructure de l'hyperscaler. C'est une exfiltration invisible de la mémoire patrimoniale. Utiliser l'IA de l'hyperscaler pour indexer ses données, c'est lui donner les plans de sa propre boîte noire applicative et métier.

◆ LE CONTEXT CACHE ET LA TÉLÉMÉTRIE DES PROMPTS — L'ASPIRATION EN TEMPS RÉEL

Les API des hyperscalers proposent le Context Caching — documentations internes, code source, procédures métier envoyés à chaque requête mis en cache dans la mémoire RAM volatile ou les disques de transit des clusters, sous couvert de "télémétrie de sécurité."
La différence avec le RAG : le RAG exfiltre la mémoire structurée (les documents). Le context cache exfiltre la mémoire vivante — les prompts en temps réel, le code source envoyé à chaque requête. C'est la différence entre voler les plans d'un bâtiment et installer une caméra dans la salle de réunion. Couvert par des clauses de "télémétrie" que personne ne lit — exactement comme CGV §14.12.

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LE BARE-METAL DE L'IA — OPEN-WEIGHTS vs OPEN-SOURCE · NVIDIA/CUDA · LANGCHAIN

POSSÉDER SON IA NE SIGNIFIE PAS PRÊTER ALLÉGEANCE À NVIDIA — TROIS SOUVERAINETÉS À AUDITER

◆ LA DISTINCTION JURIDIQUE CRUCIALE — OPEN-WEIGHTS ≠ OPEN-SOURCE

Llama 3 (Meta) est sous licence commerciale restrictive — interdiction d'utiliser les poids pour entraîner un modèle concurrent, restrictions au-delà de 700 millions d'utilisateurs. Ce sont des modèles à poids disponibles (Open-Weights), pas de l'Open-Source au sens OSI. Licences réellement libres : Mistral 7B (Apache 2.0) · Falcon 7B/40B (Apache 2.0). Un changement unilatéral de licence peut bloquer l'infrastructure logicielle après déploiement — exactement comme une modification des CGV cloud.

◆ NVIDIA/CUDA — LE NOUVEAU LOCK-IN EN AMONT · CF. LE GOULOT DE TAÏWAN (6P)

Remplacer l'API OpenAI/Azure par des GPU NVIDIA A100/H100 ne résout qu'un niveau. NVIDIA possède ses propres verrous logiciels — CUDA, cuDNN, NCCL — et ses lignes de production dépendent entièrement de TSMC à Taïwan (~90% des puces avancées mondiales). La réponse : les runtimes d'abstraction ouverts. ROCm (AMD) · vLLM · Ollama · llama.cpp — permettent d'exécuter des modèles sur du matériel hétérogène. Posséder son IA en bare-metal, c'est s'assurer que le fichier de paramètres peut tourner sur n'importe quel silicium disponible.

◆ LANGCHAIN/LLAMAINDEX — LE LOCK-IN LOGICIEL DE COUCHE 2 APPLIQUÉ À L'IA

Avoir Mistral sur vLLM est insuffisant si le code applicatif est enchevêtré dans des abstractions LangChain optimisées pour l'écosystème cloud. LangChain et LlamaIndex sont conçus pour s'interfacer nativement avec les API hyperscalers. Leurs wrappers incitent à utiliser des fonctions propriétaires de gestion de mémoire ou d'agents cloud. La souveraineté du runtime exige des interfaces standardisées — l'API OpenAI-compatible exposée par vLLM — et le rejet des frameworks d'orchestration opaques. C'est le lock-in logiciel de Couche 2 appliqué à l'IA.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE TCO DE L'IA SOUVERAINE — SEUIL VOLUMÉTRIQUE ET PUE HAUTE DENSITÉ

LA FORMULE QUE LE DAF ATTEND — ET LES COÛTS CACHÉS QUE L'INGÉNIEUR DATACENTER CONNAÎT

◆ LE SEUIL DE RENTABILITÉ VOLUMÉTRIQUE

Une API cloud est facturée au token consommé — OPEX pur variable. Un serveur bare-metal avec GPU est CAPEX + OPEX fixe (électricité, rack, maintenance).

Coût API cloud : N requêtes × coût_par_token × tokens_moyens

Coût bare-metal : CAPEX_GPU / durée_amortissement + OPEX_mensuel_fixe

Sur des cas documentés : pour une utilisation intensive (>100 000 requêtes/jour avec des contextes longs), le bare-metal devient rentable en 6 à 18 mois. En dessous de ce seuil, l'API cloud reste compétitive. L'honnêteté intellectuelle exige de nommer ce seuil — pas de prétendre que le bare-metal gagne toujours.

◆ LE COÛT CACHÉ — PUE ET DENSITÉ THERMIQUE HAUTE DENSITÉ

Un châssis GPU (type HGX A100 8 GPUs) consomme entre 10 et 40 kW par rack. Un datacenter classique est dimensionné pour 5 à 7 kW par rack. L'écart est un problème de génie civil que les formules TCO sans ingénieur datacenter ignorent.

Le facteur PUE : pour du calcul haute densité IA, un PUE de 1,5 signifie que pour 40 kW GPU il faut 20 kW supplémentaires pour le refroidissement — soit 60 kW facturés au sol. Sans liquid cooling ou confinement d'allée chaude haute densité, le coût réel explose.

Formule TCO complète : CAPEX_GPU + CAPEX_refroidissement + (kW_GPU × PUE × coût_kWh × heures_an) + maintenance. Le PUE haute densité est ce que l'ingénieur applicatif oublie et que l'ingénieur datacenter ne peut pas ignorer.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES TROIS SOUVERAINETÉS DE L'IA — SYMÉTRIE PARFAITE AVEC LES COUCHES DE LOCK-IN

POIDS · RUNTIME · DONNÉES D'ENTRAÎNEMENT — MÊME STRUCTURE QUE CONTRACTUEL · LOGICIEL · MATÉRIEL

COUCHES LOCK-IN DU CORPUS

Couche 1 — Contractuelle

CGV §14.12 · CLOUD Act · commits non résiliables

Couche 2 — Logicielle

Complexité artificielle · réécriture totale

Couche 3 — Matérielle

TSMC ~90% · IME/PSP · Taiwan

cf. Anatomie de la Perdition (16p)

TROIS SOUVERAINETÉS DE L'IA

Souveraineté 1 — Des poids

Apache 2.0 vs Open-Weights restrictifs · Audit licences

Souveraineté 2 — Du runtime

vLLM/ROCm/Ollama vs CUDA · API standard vs LangChain

Souveraineté 3 — Des données

Modèles documentés vs opaques · Traçabilité d'entraînement

Symétrie parfaite — même structure de capture

◆ CE QUE LA SYMÉTRIE DIT

La Souveraineté des Poids correspond à la Couche Contractuelle : est-ce que je possède le modèle légalement sans restriction future unilatérale ? La Souveraineté du Runtime correspond à la Couche Logicielle : est-ce que j'exécute sur mon infrastructure avec un framework ouvert sans complexité artificielle ? La Souveraineté des Données d'Entraînement correspond à la Couche Matérielle : est-ce que je connais les fondements de ce que j'utilise ?

Un modèle propriétaire avec un runtime opaque sur CUDA verrouillé sur des puces TSMC avec des données d'entraînement inconnues — c'est la captivité IA totale. Même structure que la captivité cloud documentée dans 64 études du corpus.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA QUATRIÈME NOVLANGUE — LIEN AVEC LE CORPUS · CLÔTURE

LE CORPUS OPÉRATION DINDON A DOCUMENTÉ QUATRE NOVLANGUES — L'IA EST LA QUATRIÈME ET LA PLUS PUISSANTE

1 « **Cloud Souverain** » — vend une souveraineté juridique qui n'existe pas. Physique ✓ / CLOUD Act ✗. *cf. Le Cloud-Washing (7p)* · MU'ALLAQA IV

2 « **Serverless** » — vend l'absence de serveurs. Il y en a — chez l'hyperscaler. *cf. La Novlangue qui Coûte Cher (12p)*

3 « **NoOps** » — vend la suppression des opérations. Elles ont migré chez l'hyperscaler. *cf. NoOps — Autopsie d'un Mot qui a Tué un Métier (6p)*

4 « **Intelligence Artificielle** » — vend une intelligence philosophique qui n'existe pas. Calcul matriciel ✓ / Intelligence ✗. C'est la plus puissante : elle opère sur la représentation que les ingénieurs eux-mêmes ont de leur propre outil.

HUMAN

L'IA est de l'électricité contrôlée.

Le GPU est du fer.

Le modèle est un fichier de paramètres.

L'inférence est un calcul matriciel.

Tout le reste est du marketing.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PARTIE VIII

FORMER : ÉDUCATION

7 pièces

HUMAN

GUIDE PÉDAGOGIQUE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE SAC DU PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES

12 Objets · 12 Formules · 90 Secondes

Aucun Changement de Programme

HUMAN

◆ CE QUE CE DOCUMENT EST — ET CE QU'IL N'EST PAS

Ce document ne demande **AUCUN CHANGEMENT DE PROGRAMME**. Aucune session supplémentaire. Aucune coordination avec d'autres professeurs. Aucune autorisation. Aucune formation spéciale.

Le professeur écrit la formule au tableau *comme il l'a toujours fait*. Puis il pose l'objet sur le bureau. 90 secondes. Le cours continue.

C'est tout. C'est suffisant. Et c'est ce que certains professeurs font déjà — sans le nommer, sans le revendiquer, sans attendre qu'une réforme le leur demande.

FICHES	DURÉE	BUDGET TOTAL	WATERMARK
12	**90 SEC.**	**20-30€**	**HUMAN**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

Dédié à tous les professeurs qui ont répondu différemment.

COMMENT UTILISER CE DOCUMENT — LE GESTE EN 3 TEMPS

LE PROF ÉCRIT · LE PROF POSE · LE COURS CONTINUE

1

LE PROF ÉCRIT

Il écrit la formule au tableau comme d'habitude. Rien ne change dans son cours. La formule est là — $\sin(\theta)$, πr^2, $a^2+b^2=c^2$.

2

LE PROF POSE

Il sort l'objet du sac et le pose sur le bureau — ou le fait circuler. 90 secondes. Il montre le lien entre la formule et l'objet. Une phrase suffit.

3

LE COURS CONTINUE

L'objet reste sur le bureau ou revient dans le sac. Le cours reprend exactement où il était. Rien n'a été sacrifié. Une graine a été plantée.

◆ QUAND SORTIR L'OBJET — LES TROIS MOMENTS NATURELS

Moment A — Juste après avoir écrit la formule, avant le premier exemple numérique. Le prof écrit la formule, se retourne, sort l'objet : "Avant qu'on calcule — voilà à quoi ça ressemble dans le monde réel." Puis il range l'objet et reprend le cours.

Moment B — Quand un élève demande "À quoi ça sert ?" Le prof sort l'objet : "Bonne question. Regarde." 90 secondes. Réponse donnée. La question n'est plus dans la salle.

Moment C — En ouverture de cours, avant d'écrire quoi que ce soit. Le prof pose l'objet sur le bureau sans rien dire. Les élèves regardent. Puis il écrit la formule. La curiosité est déjà là.

◆ COMMENT LIRE CHAQUE FICHE

🔢 **La formule**
Bien visible. C'est le point de départ.

📦 **L'objet**
Ce qu'on apporte. Coût. Où trouver.

✋ **Les étapes**
Ce qu'on fait. 3 étapes max.

❓ **Les questions**
Ce qu'on demande à la classe.

👷 **Le métier**
Qui utilise ça dans la vraie vie.

⏱ **Le moment**
Quand dans le cours.

◆ UNE SEULE RÈGLE

L'objet ne remplace pas le cours. Il ne le complète pas. Il lui donne un sens physique pendant 90 secondes. C'est tout. C'est suffisant. L'élève qui a vu la vis tourner et le chariot avancer ne regardera plus jamais $\sin(\theta)$ comme un symbole abstrait.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

01

ARITHMÉTIQUE · MULTIPLICATION

A × B = B × A

📦 L'OBJET

Bâtonnets de bois glacette × 100

1€ Supermarché / Action

✋ LA MANIPULATION

1. Disposer 3 rangées de 4 bâtonnets.
2. Retourner la disposition : 4 rangées de 3. Compter.
3. Constater : même total — disposition différente.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : 3 × 4 et 4 × 3 ressemblent-ils à la même chose physiquement ?

Q2 : Peut-on trouver une opération où l'ordre du geste changerait le résultat ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

MAÇON / CARRELEUR

Poser des carreaux en 3 rangées de 4 ou 4 rangées de 3 — même surface, même nombre de carreaux, même coût.

Connexion : Technologie (disposition en grille) · Art plastique (motifs répétitifs)

> ⏱ *Moment dans le cours : Juste après avoir écrit a × b = b × a au tableau, avant le premier exemple numérique.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

02

ARITHMÉTIQUE · FRACTIONS

¼ + ²/₄ = ¾

📦 L'OBJET

Une orange (ou une barre de chocolat)

1€ Supermarché

✋ LA MANIPULATION

1. Découper l'orange en 4 quartiers égaux.
2. Poser 1 quartier, puis 2 quartiers côte à côte.
3. Compter : 3 quartiers sur 4 — sans calculer, en voyant.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Comment additionner 1/2 orange et 1/3 orange sans calculer ? Quel découpage commun trouve-t-on ?

Q2 : Pourquoi ne peut-on pas additionner directement 1/3 et 1/4 sans changer le découpage ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

CUISINIER / PÂTISSIER

Diviser une recette pour 4 personnes en recette pour 6 : chaque ingrédient est multiplié par 6/4 = 3/2. Les fractions sont les outils du dosage.

Connexion : Musique (durées des notes : noire = 1/4, blanche = 1/2, ronde = 1)

> ⏱ *Moment dans le cours : Quand un élève demande pourquoi on ne peut pas additionner des fractions de dénominateurs différents directement.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

03

GÉOMÉTRIE · DÉFINITION DE Π

π = C ÷ D

📦 L'OBJET

Ficelle + 3 boîtes de conserve de tailles différentes

0€ Récupération maison — chaque élève apporte une boîte

✋ LA MANIPULATION

1. Enrouler la ficelle autour d'une boîte. Marquer, dérouler, mesurer : c'est C.
2. Mesurer le diamètre D avec une règle.
3. Calculer C ÷ D. Répéter avec les 3 boîtes. Comparer les résultats.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Pourquoi obtient-on toujours le même nombre, quelle que soit la taille de la boîte ?

Q2 : Est-ce que ça marche avec un objet ovale ? Pourquoi pas ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

CHAUDRONNIER / PLOMBIER

Calculer la longueur d'un coude en tuyau avant de le couper : longueur = π × diamètre × (angle/360). Sans π, la coupe est fausse.

Connexion : Physique (roues, poulies) · Technologie (engrenages circulaires)

> ⏱ *Moment dans le cours : En ouverture de cours, avant d'écrire quoi que ce soit — poser les 3 boîtes sur le bureau sans un mot.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

04

GÉOMÉTRIE · PYTHAGORE

A² + B² = C²

📦 L'OBJET

Papier quadrillé + ciseaux + haricots secs

0€ Fournitures scolaires + placard cuisine

✋ LA MANIPULATION

1. Découper 3 carrés de côtés 3, 4 et 5 carreaux.
2. Remplir le carré de 3 et celui de 4 de haricots.
3. Verser tous les haricots dans le carré de 5 : il est plein exactement.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Pourquoi les deux petits carrés remplissent-ils exactement le grand ?

Q2 : Est-ce que ça marche avec les côtés 5, 12 et 13 ? Calculer avant de vérifier.

👷 DANS LA VRAIE VIE

CHARPENTIER / POSEUR DE CARRELAGE

La règle du 3-4-5 : mesurer 3 m sur un mur, 4 m sur l'autre — si la diagonale fait 5 m, l'angle est droit. Chaque charpentier l'utilise sans nommer Pythagore.

Connexion : BTP (vérification d'équerrage) · Navigation (distance entre deux points GPS)

⏱ Moment dans le cours : Juste après avoir écrit $a^2+b^2=c^2$ au tableau — avant tout exemple chiffré.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

05

TRIGONOMÉTRIE · SIN ET COS

Y = R · SIN(θ)

📦 L'OBJET

3 vis M6/M8/M10 de 20cm + leurs écrous · came bielle en carton épais + attaches parisiennes

3-5€ AliExpress pour les vis · Fournitures scolaires pour la came

✋ LA MANIPULATION

1. Serrer l'écrou sur chaque vis. Tourner 10 fois — mesurer le déplacement. Le ratio tours/distance est le pas.
2. Comparer les 3 vis : M6 (pas 1mm) → 10mm. M8 (1,25mm) → 12,5mm. M10 (1,5mm) → 15mm.
3. Avec la came en carton : faire tourner la manivelle, observer la tige monter et descendre. Mesurer sa position à 0°, 45°, 90°, 135°, 180°. Tracer la courbe : c'est la sinusoïde.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Pourquoi la tige monte-t-elle plus lentement au sommet qu'au milieu ?

Q2 : À quel angle la tige est-elle exactement à mi-hauteur ? Vérifier avec la formule.

👷 DANS LA VRAIE VIE

MÉCANICIEN / ÉLECTRICIEN

Le courant alternatif 50Hz est une sinusoïde : V(t) = 220 · sin(2π·50·t). Chaque tour du rotor = un cycle. Le déplacement d'un piston de moteur = R·sin(θ).

Connexion : Physique (oscillations, ondes) · Musique (sons purs = sinusoïdes)

> ⏱ *Moment dans le cours : Quand la classe voit sin(θ) pour la première fois — poser les vis et la came avant d'expliquer le cercle trigonométrique.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

06

TRIGONOMÉTRIE · PARABOLE

F = D² ÷ (16 · P)

📦 L'OBJET

Petit plat parabolique de récupération + bille

0-5€ Brocante / déchetterie / récupération

✋ LA MANIPULATION

1. Poser la parabole face ouverte vers le haut.
2. Lâcher une bille depuis différents endroits du bord.
3. Observer : elle roule toujours vers le même point — la focale. C'est là que va le LNB.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Pourquoi toutes les billes convergent-elles vers le même point, quel que soit leur point de départ ?

Q2 : Que se passerait-il avec une surface carrée ? Avec une surface hémisphérique ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

TECHNICIEN ANTENNE / INGÉNIEUR RADAR

Positionner le LNB à la focale exacte de la parabole pour capter le signal satellite. 1 cm d'écart = signal perdu. La formule est l'outil de précision.

Connexion : Physique (miroirs paraboliques, fours solaires) · Astronomie (télescopes Cassegrain)

> ⏱ *Moment dans le cours : En ouverture du chapitre sur les courbes du second degré — avant d'écrire l'équation $y = ax^2$.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

FONCTIONS · PROPORTIONNALITÉ

Y = K · X

📦 L'OBJET

Balance de cuisine + haricots secs (50g minimum)

10-15€ Action / supermarché pour la balance

✋ LA MANIPULATION

1. Peser 10 haricots, noter. Peser 20, 30, 50, 100. Tracer le graphique.
2. Constater : la droite passe par l'origine. C'est y = k·x. k = masse d'un haricot.
3. Ajouter un poids fixe sur le plateau : la droite ne passe plus par l'origine. C'est y = k·x + b.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Comment trouver la masse d'un seul haricot sans le peser seul ?

Q2 : Qu'est-ce que b représente physiquement quand on ajoute le poids fixe ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

PHARMACIEN / ÉLECTRICIEN

Pharmacien : dosage proportionnel au poids — 5mg/kg × 60kg = 300mg.

Électricien : loi d'Ohm V = R·I — la tension est proportionnelle à l'intensité. k = R.

Connexion : Sciences économiques (coût fixe + coût variable) · Physique (loi de Hooke)

> ⏱ *Moment dans le cours : Juste avant d'introduire le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

08

ALGÈBRE · ÉQUATIONS

$2x + 3 = 11 \rightarrow x = 4$

📦 L'OBJET

Balance de cuisine + sachets opaques + cailloux

0€ Récupération — cailloux du jardin, sachets alimentaires

✋ LA MANIPULATION

1. Poser 2 sachets identiques (contenu inconnu) + 3 cailloux visibles d'un côté.
2. Poser 11 cailloux de l'autre côté. La balance est en équilibre.
3. Enlever 3 cailloux des deux côtés. Puis diviser par 2 : chaque sachet contient 4 cailloux.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Peut-on résoudre sans ouvrir les sachets ? Comment ?

Q2 : Que se passe-t-il si on enlève des cailloux d'un seul côté ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

COMPTABLE / COMMERÇANT

J'ai vendu x articles à 2€ avec 3€ de frais fixes, j'ai encaissé 11€. Combien d'articles ? La balance est la comptabilité élémentaire.

Connexion : Chimie (équilibrer une réaction) · Physique (équilibre des forces)

⏱ Moment dans le cours : Quand on introduit la règle 'ce qu'on fait à gauche on le fait à droite' — la balance montre pourquoi c'est une nécessité physique, pas une règle arbitraire.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

09

STATISTIQUES · MOYENNE

$\bar{x} = \Sigma x_i / N$

📦 L'OBJET

Mètre ruban — mesure des tailles de la classe

2€ Bricolage / déjà disponible

✋ LA MANIPULATION

1. Mesurer la taille de chaque élève. Noter au tableau.
2. Calculer la somme, diviser par le nombre d'élèves.
3. Trouver la médiane : aligner tout le monde par taille, prendre celui du milieu.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Est-ce que la taille moyenne correspond à quelqu'un dans la classe ?

Q2 : Pourquoi la médiane est-elle parfois différente de la moyenne ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

MÉDECIN / INFIRMIÈRE

La courbe de croissance compare la taille d'un enfant à la moyenne de sa tranche d'âge. Les percentiles sont la statistique de la santé publique.

Connexion : SVT (croissance, IMC) · Sciences économiques (distribution des revenus)

> ⏱ *Moment dans le cours : En introduction du chapitre statistiques — les données sont réelles, les élèves sont investis.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

10

PROBABILITÉS

P(A) = CAS FAVORABLES / CAS POSSIBLES

📦 L'OBJET

Dés à 6 faces + tableau de relevé

0€ Jeux de société existants

✋ LA MANIPULATION

1. Lancer le dé 60 fois. Relever chaque résultat au tableau.
2. Calculer la fréquence de chaque face (nombre d'apparitions / 60).
3. Comparer aux probabilités théoriques (1/6 ≈ 0,167). Constater la convergence.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Après 5 fois 'six' consécutifs, la probabilité d'obtenir 'six' au prochain lancer a-t-elle changé ?

Q2 : Combien de lancers faut-il pour que les fréquences ressemblent vraiment aux probabilités ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

ASSUREUR / ACTUAIRE

La prime d'assurance est calculée à partir de la probabilité d'un sinistre. Un assureur qui se trompe sur les probabilités est ruiné en 5 ans.

Connexion : Sciences (protocole expérimental) · Jeux (stratégie poker, backgammon)

⏱ Moment dans le cours : En ouverture — lancer le dé avant d'écrire la définition de probabilité.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

11

SUITES · CROISSANCE EXPONENTIELLE

$U_n = U_0 \times R^n$

📦 L'OBJET

Une feuille de papier A4

0€ Déjà en classe

✋ LA MANIPULATION

1. Plier la feuille en deux, puis en deux, compter les épaisseurs à chaque pli (limite : 7 plis).
2. Calculer : épaisseur initiale 0,1mm. Après 20 plis → 100m. Après 42 → distance Terre-Lune.
3. Constater l'impossibilité physique du 8e pli — la limite physique d'un phénomène mathématique.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : À partir de quel pli la pile dépasserait-elle votre taille ?

Q2 : Pourquoi ne peut-on pas plier une feuille plus de 7 fois ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

BIOLOGISTE / BANQUIER

Division bactérienne : une bactérie → 2 → 4 → 8... En 24h à 20 min/génération, une bactérie devient 4 milliards. Banquier : intérêts composés — 1000€ à 5% sur 40 ans = 7040€.

Connexion : Biologie (division cellulaire) · Informatique (complexité algorithmique $O(2^n)$)

> ⏱ *Moment dans le cours : Quand on introduit la suite géométrique — plier la feuille avant d'écrire la formule.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

12

SUITES · FIBONACCI ET NOMBRE D'OR

$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ · φ ≈ 1,618

📦 L'OBJET

Un artichaut ou un tournesol

1€ Marché / épicerie

✋ LA MANIPULATION

1. Compter les spirales de l'artichaut dans le sens horaire.
2. Compter dans le sens anti-horaire.
3. Constater : deux nombres de Fibonacci consécutifs (8 et 13, ou 13 et 21). Calculer le rapport.

❓ QUESTIONS À LA CLASSE

Q1 : Pourquoi la nature utilise-t-elle cette suite pour disposer ses graines ?

Q2 : Construire un rectangle dont les côtés sont dans le rapport φ — est-il agréable à regarder ?

👷 DANS LA VRAIE VIE

ARCHITECTE / DESIGNER / PHOTOGRAPHE

Les proportions d'une façade classique, le ratio d'un écran 16/9 (≈ φ^2), la règle des tiers en photographie — le nombre d'or est l'esthétique naturelle de la composition.

Connexion : Art plastique (composition, proportions) · Biologie (phyllotaxie)

> ⏱ *Moment dans le cours : En introduction des suites — poser l'artichaut sur le bureau sans rien dire. Laisser la curiosité s'installer.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAU RÉCAPITULATIF · LES 12 OBJETS ET LEUR BUDGET

TOUT LE COLLÈGE EN MATHÉMATIQUES · POUR MOINS DE 30€

N°	FORMULE	OBJET	COÛT	MÉTIER
01	$a \times b = b \times a$	Bâtonnets glacette × 100	1€	Maçon / Carreleur
02	$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{3}{4}$	Orange / barre de chocolat	1€	Cuisinier / Pâtissier
03	$\pi = C \div D$	Ficelle + 3 boîtes de conserve	0€	Chaudronnier / Plombier
04	$a^2 + b^2 = c^2$	Papier quadrillé + haricots secs	0€	Charpentier / Carreleur
05	$y = R \cdot \sin(\theta)$	Vis M6/M8/M10 + came carton	3-5€	Mécanicien / Électricien
06	$f = D^2 \div (16 \cdot p)$	Petit plat parabolique + bille	0-5€	Technicien antenne / Radar
07	$y = k \cdot x$	Balance de cuisine + haricots	10-15€	Pharmacien / Électricien
08	$2x + 3 = 11$	Balance + sachets + cailloux	0€	Comptable / Commerçant
09	$\bar{x} = \Sigma x_i / n$	Mètre ruban — tailles de la classe	2€	Médecin / Infirmière
10	P(A) = favorables / possibles	Dés à 6 faces	0€	Assureur / Actuaire
11	$u_n = u_0 \times r^n$	Feuille de papier A4	0€	Biologiste / Banquier
12	$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \cdot \varphi \approx 1{,}618$	Artichaut ou tournesol	1€	Architecte / Designer

Ces 12 objets couvrent tout le programme de mathématiques du collège.
Ils tiennent dans un sac. Ils coûtent moins de 30€ au total.
Ils nécessitent 90 secondes chacun.
Et ils répondent, enfin, à la question que chaque élève a posée au moins une fois :
"MONSIEUR, À QUOI ÇA SERT ?"

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MANIFESTE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

MONSIEUR, À QUOI ÇA SERT ?

La Question que l'École n'a Jamais Vraiment Répondue — et ce qu'elle a Coûté

HUMAN

◆ LA THÈSE

Le lock-in contractuel et architectural des grandes entreprises n'est pas un accident de parcours financier. C'est un biais cognitif cultivé pendant quinze ans d'éducation qui a appris au futur décideur que l'abstraction est supérieure à la matière — et que toucher le physique est une régression. Cette étude retrace la chaîne causale de la salle de classe au CODIR, du sin/cos sans application au rack qu'on ne veut pas voir, de la question jamais vraiment répondue à la facture cloud qu'on n'a jamais vraiment calculée. C'est aussi un hommage aux professeurs de mathématiques qui ont répondu différemment — et qui, sans le savoir, ont changé des trajectoires.

CONDITIONNEMENT	COÛT VM / 5 ANS	WATERMARK
15 ans	180 000€	HUMAN

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · π SANS CERCLE RÉEL — LA RUPTURE ARTIFICIELLE

"MONSIEUR, À QUOI ÇA SERT ?" — LA QUESTION QUE L'ÉCOLE N'A JAMAIS VRAIMENT RÉPONDUE

"Monsieur, à quoi ça sert ?"
— Chaque élève de France, à un moment ou à un autre de sa scolarité

◆ CE QUE L'ÉCOLE FAIT — ET CE QU'ELLE NE FAIT PAS

L'école enseigne π, sin, cos, les structures Si/Sinon, les fonctions, les vecteurs — sur papier blanc, dans des exercices décontextualisés, avec des valeurs numériques qui ne représentent rien dans le monde physique. Les mathématiques sont enseignées comme une discipline autonome, avec sa propre logique interne, ses propres notations, ses propres exercices. Les "problèmes appliqués" existent — mais comme complément, comme cas particulier, jamais comme point de départ.

Ce que l'élève comprend implicitement : les mathématiques sont importantes en elles-mêmes, indépendamment de leur application. Le geste d'application — mesurer, assembler, câbler, construire — est secondaire. Et quand il demande "Monsieur, à quoi ça sert ?", la réponse est trop souvent : "C'est utile pour les études supérieures" ou "Ça développe la logique" — des réponses vraies mais abstraites, qui ne montrent rien, qui ne permettent pas à l'élève de *voir* à quoi ça sert dans sa vie présente.

◆ CE QUE ÇA PRODUIT DANS LE CERVEAU DE L'ÉLÈVE

Un élève qui sait calculer sin(30°) = 0,5 mais qui ne sait pas que c'est le rapport entre deux côtés d'un triangle réel. Qui connaît la valeur de π mais qui n'a jamais mesuré la circonférence d'un objet cylindrique pour la vérifier. Qui résout des équations de second degré mais qui ne sait pas qu'elles décrivent la trajectoire d'un projectile ou la forme d'un réflecteur parabolique.

Quand la théorie précède toujours l'application — et quand l'application n'arrive jamais — l'application devient optionnelle. Et quand l'application est optionnelle, la matière physique devient un domaine étranger. Non pas incompréhensible — mais non familier, non désiré, non valorisé. La rupture entre l'esprit et la matière est artificielle. Elle est construite par l'ordre pédagogique. Et elle est durable.

◆ CE N'EST PAS UNE CRITIQUE DES MATHÉMATIQUES — C'EST UNE CRITIQUE DE LEUR ISOLEMENT

Les mathématiques sont magnifiques. π est une vérité universelle. Les sinus et cosinus décrivent le monde avec une précision que les mots ne peuvent pas atteindre. Cette étude ne dit pas que les maths sont mauvaises. Elle dit que les maths enseignées sans jamais montrer à quoi elles servent dans le monde physique produisent des décideurs qui ont appris à valoriser l'abstraction et à mépriser la matière. Et ce mépris a un coût.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA HIÉRARCHIE DU MÉPRIS

L'ÉCOLE CONSTRUIT UNE HIÉRARCHIE QU'ELLE NE DIT PAS EXPLICITEMENT — MAIS QUE CHAQUE ÉLÈVE COMPREND

◆ LA HIÉRARCHIE IMPLICITE

Aucun professeur ne dit explicitement : "Les mathématiques sont supérieures à la technologie." Personne n'écrit dans un programme officiel : "Le geste manuel est inférieur au concept abstrait." Mais l'élève le comprend quand même — à travers les signaux implicites que le système envoie :

Les élèves qui réussissent en mathématiques vont en S, puis en classes préparatoires, puis dans les grandes écoles. Les élèves qui ont des difficultés en mathématiques vont en filières technologiques ou professionnelles. La hiérarchie des destins est calquée sur la hiérarchie des disciplines. Être "fort en maths" ouvre toutes les portes. Être "habile de ses mains" en ferme certaines.

Le résultat : le geste de transformation du réel — l'atelier, le câblage, le fer à souder, l'alignement d'une parabole — est associé à l'échec scolaire, non à l'intelligence. L'élève qui réussit en maths abstraites apprend à valoriser l'abstraction. L'élève qui a du mal apprend à mépriser ce dans quoi il réussit — parce que l'école lui a dit que ça compte moins.

◆ LA BIFURCATION À 12 ANS — L'ANGLE DE GENRE

"L'Anatomie Globale de l'Amputation" a documenté le Stade -1 — la bifurcation à 12 ans qui touche spécifiquement les filles. La hiérarchie du mépris s'applique différemment selon le genre : le geste technique est doublement marginalisé pour les filles — trop "manuel" pour être noble, et associé à un monde masculin. Une fille de 12 ans qui s'intéresse aux antennes, aux circuits, aux machines ne trouve pas de modèles dans les représentations culturelles de son environnement scolaire.

Ce n'est pas que les filles sont moins capables de comprendre sin et cos sur une parabole. C'est que personne ne leur montre une parabole. Et quand on ne montre pas la parabole, on ne montre pas non plus que les maths servent à la faire fonctionner. La hiérarchie du mépris ampute deux fois : d'abord le geste physique, puis les filles du geste physique.

◆ CE QUE ÇA PRODUIT À L'ÂGE ADULTE

Le décideur qui sort de quinze ans d'éducation avec cette hiérarchie dans la tête arrive en CODIR avec un biais inconscient : l'abstraction est intelligente, la matière est ingrate. Le cloud — abstraction pure, invisible, sans saleté physique, vendu avec un vocabulaire technique sophistiqué — est conforme à sa hiérarchie de valeur. Le rack dans la salle serveurs — physique, câblé, poussiéreux, qui tombe en panne à 3h du matin — est non conforme. Il n'a pas besoin de faire le calcul financier pour choisir. La hiérarchie scolaire choisit pour lui.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA PARABOLE ET LES GUILLOCHÉS — LA PREUVE VIVANTE

JE N'AI COMPRIS SIN ET COS QUE SUR UN TOIT · DANS LE NOIR · AVEC UN RAPPORTEUR ENTRE LES MAINS

◆ MOMENT 1 — LA PARABOLE ET LE LNB

Pendant des années de cours de mathématiques, sin et cos étaient des symboles sur une feuille. On les calculait, on les mémorisait, on les appliquait dans des exercices. Mais il n'y avait pas de sens physique — pas de réalité à laquelle les raccrocher.

Puis vint le jour d'aligner une antenne parabolique. La question était concrète et urgente : où placer le LNB pour que le signal satellite arrive correctement ? La réponse exigeait de calculer la distance focale selon le diamètre du plat et l'angle d'élévation du satellite. Il fallait un rapporteur d'angle. Il fallait sin et cos pour déterminer la géométrie de la parabole. Il fallait comprendre que la courbe parabolique concentre les ondes en un point — la focale — et que la position du LNB doit correspondre exactement à ce point.

À ce moment, sin et cos ont cessé d'être des symboles. Ils sont devenus des outils dont dépendait le résultat physique : soit le signal arrivait, soit il n'arrivait pas. Pas de note sur vingt. Pas de correction possible le lendemain. Soit ça marchait, soit ça ne marchait pas. Et pour que ça marche, il fallait comprendre — vraiment comprendre — ce que ces fonctions décrivent dans l'espace réel.

La compréhension acquise ce soir-là, sur un toit, n'a jamais disparu.

◆ MOMENT 2 — LES GUILLOCHÉS ET LA TRIGONOMÉTRIE

Un guilloché est un motif géométrique complexe — rosace, spirale, entrelacs — dont la propriété principale est de rendre la photocopie impossible. Ces motifs sont produits par des équations paramétriques impliquant des transformations trigonométriques : rotations, courbes sinusoïdales, enroulements en spirale.

Pour créer un document sécurisé avec des guillochés, il a fallu comprendre ce que sin et cos font dans l'espace bidimensionnel — comment une oscillation trigonométrique produit une courbe, comment la superposition de plusieurs oscillations produit un motif complexe non reproductible simplement. La trigonométrie est devenue nécessaire pour produire quelque chose de beau, d'utile, et techniquement irréductible à une simple photocopie.

Sin/cos/tan sont devenus la clé d'une esthétique et d'une sécurité. Pas d'un exercice.

HUMAN

◆ CE QUE CES DEUX MOMENTS DISENT SUR L'ORDRE NATUREL DE LA COMPRÉHENSION

Dans les deux cas, c'est la *nécessité* qui a produit la compréhension — non pas la contrainte scolaire ("tu dois apprendre ça pour le bac") mais la nécessité réelle ("si tu ne comprends pas ça, ton LNB sera mal positionné et tu n'auras pas de signal"). L'application a créé la motivation. La motivation a produit l'apprentissage. Et l'apprentissage acquis dans ce contexte est resté — parce qu'il était ancré dans une expérience physique vécue.

L'ordre naturel de la compréhension humaine est : **PROBLÈME RÉEL → NÉCESSITÉ → APPRENTISSAGE DE LA THÉORIE → MAÎTRISE DURABLE**. L'école fait l'inverse : théorie → exercices → application optionnelle. Et quand l'application est optionnelle, elle disparaît.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA BASCULE EN CODIR — LE BIAIS COGNITIF EN ACTION

POURQUOI LES CHIFFRES DU CORPUS NE SUFFISENT PAS — ET CE QU'IL FAUT COMPRENDRE DE PLUS

Le corpus Opération Dindon a documenté le ratio 7,5× entre la VM GCP et le bare-metal. Il a documenté la juridiction californienne des CGV, les commits noncancellable, les egress fees, TSMC, l'IME. Ces chiffres sont vrais et vérifiables. Ils ne suffisent pas à convaincre tous les DSI. Cette section explique pourquoi.

◆ SI LE LOCK-IN ÉTAIT PUREMENT ÉCONOMIQUE, LES CHIFFRES SUFFIRAIENT

Un acheteur rationnel qui compare 180 000€ vs 24 000€ sur 5 ans choisit 24 000€. Il n'a pas besoin de 30 études structurelles pour le convaincre. Si les DSI continuent à choisir le cloud après avoir vu les chiffres, c'est que leur décision n'est pas purement économique. Elle est aussi culturelle. Et les biais culturels ne se corrigent pas avec des tableaux Excel.

◆ LE CLOUD EST CULTURELLEMENT CONFORME · LE BARE-METAL EST CULTURELLEMENT NON CONFORME

Le cloud-native est conforme à ce que quinze ans d'éducation ont appris à valoriser : moderne, abstrait, invisible, sans saleté physique, avec un vocabulaire technique sophistiqué (Serverless, Cloud-Native, Zero-Ops, Scalabilité à l'infini). Il ressemble à ce que l'école appelle "intelligent".

Le bare-metal est non conforme à cette hiérarchie : physique, câblé, dans une salle qui sent le circuit imprimé, qui tombe en panne à 3h du matin et qui nécessite qu'on mette les mains dans le rack. Il ressemble à ce que l'école appelle "manuel".

Le DSI ne choisit pas le cloud parce qu'il n'a pas vu les chiffres. Il le choisit parce que le cloud est conforme à la hiérarchie de valeur que quinze ans d'éducation ont construite dans son esprit. Et cette hiérarchie ne se change pas avec un argument financier — elle se change avec une expérience fondatrice qui montre que le geste physique produit de l'intelligence. Comme la parabole sur le toit.

◆ CE QUE LA MACHINE À PENSÉE DIT DE PLUS

"La Machine à Pensée" a documenté que l'IA amplifie ce que l'humain apporte. Si l'humain a été formé à n'apporter que des abstractions déconnectées du réel — parce que l'école lui a appris que c'est tout ce qui compte — alors l'IA amplifie des abstractions déconnectées. Le calibrage de l'IA est une compétence physique autant qu'intellectuelle. Le prompt engineering sans ancrage dans la compréhension des machines physiques produit des résultats génériques. Le prompt engineering d'Amine RAITI — ancré dans vingt ans d'exploitation bare-metal — produit le corpus Opération Dindon.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES COMME POINT D'ENTRÉE

IL A LES CLÉS DE TOUTES LES PORTES · IL NE LE SAIT PAS TOUJOURS

La proposition centrale de cette étude n'est pas une réforme des programmes. Ce n'est pas un budget supplémentaire. Ce n'est pas une nouvelle discipline obligatoire. C'est une posture — celle d'un professeur de mathématiques qui comprend qu'il est le gardien de la porte de toutes les autres disciplines.

◆ POURQUOI LE PROFESSEUR DE MATHS EST LE POINT D'ENTRÉE

Le professeur de mathématiques est le seul qui détient les outils de toutes les disciplines : sin et cos servent à la physique des ondes, à la technologie des servos, à l'art des guillochés et des rosaces, à l'informatique des algorithmes de rotation, à la musique des fréquences. Il enseigne avant les autres — ses concepts arrivent en premier dans le parcours de l'élève. Si lui ne fait pas le lien, les autres professeurs reçoivent des élèves incapables de voir la continuité entre la théorie et leur discipline.

L'idée n'est pas que le professeur de maths devienne professeur de tout. C'est qu'il passe la main. Il montre le lien — et il dit : "*Pour voir comment ça s'applique en électronique, parlez-en avec votre professeur de technologie. Pour voir comment ça produit une rosace, regardez du côté des arts plastiques. Pour voir comment ça détermine la position d'un satellite, cherchez avec votre professeur de physique.*" Il est le chef d'orchestre qui donne le tempo — les autres jouent leurs parties.

◆ LA PROPOSITION CONCRÈTE — UNE SESSION PAR TRIMESTRE

Une session par trimestre où le professeur de mathématiques apporte un objet du monde réel :

— Une petite antenne parabolique et un rapporteur : "Calculez la focale selon le diamètre."
— Un engrenage imprimé en 3D : "Retrouvez le rapport de démultiplication à partir de la géométrie."
— Un document guilloché : "Identifiez quelle transformation trigonométrique a produit ce motif."
— Un plan d'architecte : "Calculez la surface réelle à partir de l'échelle et des mesures."
— Un Arduino et une LED : "Écrivez la fonction qui fait clignoter la LED 440 fois par seconde — la fréquence du La musical."

Ce n'est pas dans les programmes officiels. Ce n'est pas évalué. Ce n'est pas noté. C'est une heure par trimestre pendant laquelle le professeur de mathématiques dit à ses élèves : ces symboles que vous apprenez ne sont pas des fins en soi — ce sont des outils. Voici à quoi ils servent dans le monde.

◆ CE QUE ÇA PRODUIT À L'ÉCHELLE D'UNE TRAJECTOIRE

Un élève qui a vu, une fois, à quoi sin et cos servent dans une antenne parabolique ne regardera plus jamais sin et cos de la même façon. Il aura un ancrage. Et cet ancrage, vingt ans plus tard, sera la différence entre le DSI qui signe pour AWS parce que le cloud est conforme à sa hiérarchie de valeur — et celui qui dit : "Attendez, calculons le TCO réel, et expliquons-moi pourquoi on ne peut pas avoir notre propre rack."

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA CHAÎNE CAUSALE COMPLÈTE

DE LA CLASSE DE 5E À LA SIGNATURE POUR AWS — ET DE LA PARABOLE AU CORPUS

LA CHAÎNE DE L'ABSTRACTION PUNITIVE

Prof de maths : sin/cos sans application physique

↓

Élève : symboles sans sens dans le monde réel

↓

Adolescent : évite les filières techniques (méprisées)

↓

Jeune adulte : se certifie en abstraction (AWS, GCP)

↓

Professionnel : valorise le cloud au-dessus du bare-metal

↓

DSI : signe pour le cloud sans calculer le TCO réel

↓

Organisation : paie 180 000€ sur 5 ans pour ne rien posséder

↓

Souveraineté numérique : perdue

LA CONTRE-CHAÎNE — CE QUE LA PARABOLE A PRODUIT

Grand-oncle OCP : ouvre l'armoire électrique

↓

Curiosité physique éveillée — électricité réelle

↓

Paraboles sur les toits la nuit — sin/cos deviennent réels

↓

Guillochés — trigonométrie devient esthétique

↓

Atelier, composants, fer à souder — respect du métal

↓

Telinf, EPF — enseignement, transmission

↓

Ecritel, OXYD — exploitation bare-metal, astreintes

↓

Weborama — SRE, FinOps, optimisation du fer

↓

Head of SRE → Opération Dindon

HUMAN

◆ CE QUE LES DEUX CHAÎNES DISENT

La différence entre le DSI qui signe pour AWS et celui qui connaît le corpus n'est pas une différence d'intelligence. Ce n'est pas une différence de formation académique. C'est une différence d'éducation informelle — un grand-oncle qui ouvre une armoire électrique, une nuit sur un toit avec un rapporteur, un document guilloché à sécuriser.

L'éducation informelle ne devrait pas être la seule porte vers la souveraineté technique. C'est pourquoi le professeur de mathématiques est le point d'entrée — parce qu'il a accès à tous les élèves, pas seulement à ceux qui ont la chance d'avoir un grand-oncle ingénieur.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA PROPOSITION ET L'HOMMAGE

CE QU'UNE HEURE PAR TRIMESTRE AURAIT PU CHANGER — ET CE QUE CERTAINS PROFESSEURS ONT DÉJÀ FAIT

◆ L'HOMMAGE — AUX PROFESSEURS QUI ONT RÉPONDU DIFFÉREMMENT

Cette étude n'est pas un réquisitoire contre les professeurs de mathématiques. Elle est un hommage aux rares qui ont, à un moment ou à un autre, sorti quelque chose de leur sac pour montrer à quoi les maths servent dans le monde réel. Ces professeurs existent. Ils sont rares — non pas parce qu'ils manquent de compétence ou de curiosité, mais parce que l'institution ne leur demande pas de le faire. Sortir une parabole en cours de maths, c'est sortir des programmes officiels. C'est prendre un risque professionnel mineur mais réel. C'est choisir de répondre vraiment à "Monsieur, à quoi ça sert ?" plutôt que de répondre "C'est utile pour les études supérieures."

Ces professeurs ont changé des trajectoires sans le savoir. Certains de leurs anciens élèves gèrent aujourd'hui des infrastructures critiques, forment des ingénieurs, ou écrivent des corpus sur la souveraineté numérique. Ils ne savent pas qu'ils ont planté la graine.

◆ LA PROPOSITION — CE QUI EST DANS LE CORPUS ET CE QUI S'AJOUTE

Le Socle Anti-Amputation propose 56h sur 7 ans pour inverser l'amputation. Cette étude ajoute que le premier geste n'appartient pas au professeur de technologie — il appartient au professeur de mathématiques. Avant qu'un élève puisse comprendre pourquoi faire clignoter une LED avec un Arduino, il doit comprendre que les mathématiques qu'il apprend décrivent le monde physique. Et ce lien, seul le professeur de mathématiques peut le montrer en premier — parce qu'il arrive en premier dans le parcours de l'élève.

La maîtrise des grands modèles d'IA de demain exige des esprits capables de basculer instantanément de l'équation abstraite au geste musculaire de configuration matérielle. Ce basculement commence quand le professeur de mathématiques sort une parabole de son sac et demande à la classe : *"Qui peut me dire comment positionner le LNB pour capter le signal ?"*

◆◆◆

Amine RAITI a compris sin et cos sur un toit,
dans le noir, avec un rapporteur et un LNB entre les mains.
Ce n'est pas exceptionnel — c'est normal.
L'exceptionnel, c'est que l'école ne propose pas ça à tous les élèves.
Et cette différence, trente ans plus tard,
se mesure en factures cloud et en souveraineté perdue.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LES COMPAGNONS DU NUMÉRIQUE

Syntec Élastique et Protection du Corps Infrastructure

De Notre-Dame aux Datacenters

◆ LA COUCHE MANQUANTE DU CORPUS

Le corpus Opération Dindon a construit trois couches : le Ticket et le Talent (nomenclature), le Socle du Fer (formation), l'Uniforme du Corps (visibilité). Il manquait la quatrième — la protection juridique. Sans elle, les trois autres restent des recommandations sans force. Cette étude propose le mécanisme qui les rend contraignants : la Syntec élastique, applicable aux équipes infrastructure quel que soit le secteur qui les emploie, sur le modèle des Compagnons du Devoir.

RATIO

MODÈLE	OUTIL	PROTECTION	WATERMARK
COMPAGNONS DU DEVOIR	**SYNTEC ÉLASTIQUE**	**TOUS SECTEURS**	**RATIO**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · NOTRE-DAME ET LE SAVOIR QUI MANQUE

SANS LES COMPAGNONS, NOTRE-DAME RESSEMBLAIT À LA DÉFENSE

Le 15 avril 2019, la flèche de Notre-Dame de Paris s'effondre. Quelques heures après l'incendie, la question de la reconstruction se pose. Les plans existent — les archives, les relevés photogrammétriques, les modèles 3D. Ce qui n'existe pas en quantité suffisante, c'est la main qui sait transformer ces plans en réalité physique. Le savoir de tailler le chêne comme au XIIIe siècle. Le geste de poser la pierre de taille sans laisser de joint visible. La mémoire corporelle du compagnon.

◆ LES COMPAGNONS DU DEVOIR — CE QU'ILS ONT PRÉSERVÉ

Les Compagnons du Devoir sont une organisation fondée au Moyen Âge — certains disent au XIIe siècle, d'autres au XVe — dont l'objectif unique est la transmission du savoir tacite des métiers manuels. Charpentiers, tailleurs de pierre, couvreurs, maçons, menuisiers. Ce savoir n'est pas dans les livres — il est dans les mains, dans les gestes, dans les décisions quotidiennes que seul un praticien expérimenté prend sans s'en rendre compte.

Sans les Compagnons, la reconstruction de Notre-Dame aurait produit un bâtiment techniquement correct et esthétiquement approximatif. Avec eux, la charpente de la nef a été reconstituée dans le chêne, selon les techniques médiévales, avec les assemblages d'origine — chevilles de bois, pas de clous. Ce n'est pas de la nostalgie : c'est de la souveraineté patrimoniale. La France a pu reconstruire Notre-Dame à l'identique parce qu'une organisation a refusé de laisser mourir un savoir que personne ne pensait urgent de préserver.

◆ LE PARALLÈLE AVEC L'INFRASTRUCTURE NUMÉRIQUE

Quand le dernier SRE bare-metal sera parti — celui qui sait entendre une anomalie dans le bruit des ventilateurs, qui sait lire un incident réseau depuis les métriques brutes, qui a installé ses premiers serveurs à la main avant que le cloud n'existe — les runbooks seront là. Les procédures seront documentées. La console AWS sera disponible. Mais le savoir tacite sera parti avec lui. Et la prochaine crise d'infrastructure majeure produira une organisation qui tâtonne, qui appelle des consultants, qui repart de zéro. Exactement comme Notre-Dame sans les Compagnons.

RAITI

◆ NASSIHA — LE SAVOIR TACITE N'ATTEND PAS

Les Compagnons ont préservé leur savoir parce qu'ils ont organisé sa transmission avant que l'urgence se présente. Pas après l'incendie — avant. Le corps infrastructure doit faire de même. Le "Départ du Dernier Qui Sait" n'est pas un événement futur hypothétique — il se produit maintenant, progressivement, invisiblement.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CE QUE LE CORPS INFRASTRUCTURE PEUT EN EXTRAIRE

Les Compagnons du Devoir ne sont pas un musée vivant. Ce sont 11 500 jeunes en formation dans 70 maisons à travers la France, encadrés par des compagnons expérimentés, avec une organisation structurée autour de la transmission et de l'itinérance. Leur architecture est transposable — pas à l'identique, mais dans ses principes.

◆ LES QUATRE PILIERS DE L'ARCHITECTURE COMPAGNONNIQUE

Le Tour de France : le jeune compagnon fait le tour de France — il travaille successivement chez différents maîtres, dans différentes régions, exposant son savoir à des contextes variés. Ce n'est pas du nomadisme — c'est une formation structurée par la diversité des contextes. Les Compagnons du Numérique sont ouverts à toutes et à tous — l'égalité d'accès aux grades est une condition fondatrice, pas une aspiration. L'équivalent numérique : rotation structurée entre entreprises différentes (SSII, éditeur, OPE, industrie, secteur public) pour exposer l'ingénieur à des architectures, des contraintes et des cultures techniques variées.

Le Compagnonnage : la transmission ne se fait pas en salle de cours — elle se fait côte à côte, sur le chantier, en condition réelle. Le maître travaille, le compagnon observe, puis fait, puis est évalué. C'est exactement la Journée d'Observation documentée dans le corpus — généralisée à une relation structurée sur des mois.

Les Grades : aspirant(e) (en formation) → compagnon(ne) (reçu(e)) → maître(sse) compagnon(ne) (transmetteur/transmettrice). Chaque grade est gagné par l'évaluation du chef-d'œuvre — une réalisation concrète jugée par les pairs. L'équivalent : aspirant(e) SRE / compagnon(ne) SRE / maître(sse) SRE, avec un projet technique réel comme chef-d'œuvre de réception.

La Charte : le compagnon signe une charte d'appartenance au corps — engagement de transmission, de qualité, de comportement professionnel. Ce n'est pas un contrat de travail — c'est un engagement envers le corps.

◆ CE QU'ON NE COPIE PAS — ET POURQUOI

Le secret compagnonnique, les rites d'initiation, les symboles ésotériques — ces éléments ont leur logique dans l'histoire des Compagnons mais ne sont pas transposables à l'infrastructure numérique. Ce qu'on extrait : la structure de transmission, les grades, l'itinérance formatrice, la charte d'appartenance. La forme sans le fond ésotérique.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA SYNTEC — CE QU'ELLE COUVRE ET CE QU'ELLE NE COUVRE PAS

LE VIDE DE PROTECTION — L'INGÉNIEUR SRE DANS UNE BANQUE N'EST PAS UN BANQUIER

La convention collective Syntec (IDCC 1486) est la convention de référence pour les bureaux d'études techniques, les sociétés d'ingénierie et les cabinets de conseil en technologies. Elle couvre environ 1 million de salariés en France — dont une grande partie des ingénieurs infrastructure dans les SSII et les ESN. Mais elle ne couvre pas l'ingénieur SRE qui travaille en interne dans une banque, un hôpital, une industrie ou une collectivité territoriale.

◆ CE QUE LA SYNTEC PROTÈGE POUR CEUX QU'ELLE COUVRE

— Salaires minima par coefficient (de 200 à 900+) avec une grille de classification en trois catégories (ETAM, Ingénieurs et Cadres, Assimilés Cadres).
— Encadrement des forfaits jours (RTT, repos compensateurs).
— Droit à la formation professionnelle avec un budget spécifique.
— Prévoyance et mutuelle renforcées.
— Clause de mobilité et déménagement encadrés.
— Indemnités de licenciement supérieures au minimum légal.

◆ LE VIDE DE PROTECTION — L'INFRA HORS SECTEUR TECH

L'ingénieur SRE dans une banque est couvert par la convention collective bancaire (IDCC 2120) — une convention conçue pour les métiers bancaires, pas pour les métiers techniques. L'ingénieur SRE dans un hôpital est couvert par la convention hospitalière — conçue pour les soignants et les administratifs. L'ingénieur SRE dans une industrie pétrolière est couvert par la convention pétrolière.

Dans tous ces cas, la convention applicable ignore les spécificités du métier infrastructure : les astreintes techniques nocturnes, le savoir tacite non mesurable, la progression par compétence plutôt que par ancienneté, la pénurie de profils et les salaires de marché qui la reflètent. L'ingénieur SRE dans ces secteurs est un ingénieur infrastructure traité comme un salarié standard de son secteur employeur — avec une protection inférieure à celle que la Syntec lui offrirait.

◆ LE MODÈLE DE LA CONVENTION PRESSE — LA PREUVE QUE ÇA FONCTIONNE

Les journalistes bénéficient de la convention collective nationale de travail des journalistes (CCNTJ) quel que soit le secteur de l'entreprise qui les emploie — presse, télévision, web, agence de communication. Un journaliste dans une agence de publicité reste couvert par la convention journalistes, pas par la convention publicité. Ce mécanisme existe. Il est légalement établi. Il protège la profession là où elle se trouve, pas là où son employeur se trouve. L'infrastructure peut et doit fonctionner de la même façon.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA SYNTEC ÉLASTIQUE — PROPOSITION

LE MÉCANISME JURIDIQUE — PROTÉGER LE CORPS OÙ IL SE TROUVE

La Syntec élastique n'est pas une nouvelle convention collective. C'est un mécanisme d'extension du champ d'application de la Syntec existante, activé par trois conditions objectives, qui garantit à l'ingénieur infrastructure la protection de sa convention professionnelle quel que soit le secteur de son employeur.

◆ LE MÉCANISME — CLAUSE DE PRIMAUTÉ SECTORIELLE

Principe : quand la convention collective de l'employeur est moins protectrice que la Syntec pour les métiers infrastructure listés dans la nomenclature (SysOps/NetOps/OpInfra, six niveaux), la Syntec s'applique par primauté. Ce mécanisme existe déjà en droit du travail français — le principe de faveur (article L2254-1 du Code du travail) permet à une convention de branche de primer sur une convention d'entreprise moins favorable. L'extension à une primauté inter-branche nécessite un accord de branche ou un décret d'extension.

◆ LES TROIS CONDITIONS DE DÉCLENCHEMENT

Condition 1 — Métier reconnu : le poste est listé dans la nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra documentée dans "Le Ticket et le Talent" — ou dans la liste officielle des métiers Syntec infrastructure à créer par accord de branche.

Condition 2 — Seuil de temps : le salarié consacre plus de 50% de son temps de travail effectif à des missions relevant des métiers infrastructure listés. Ce seuil est documenté par la fiche de poste et vérifiable par audit RH.

Condition 3 — Titre ou certification : le salarié détient un titre RNCP infrastructure (filière Socle du Fer ou équivalent reconnu) ou une certification professionnelle reconnue par la Syntec infrastructure. Cette condition protège le mécanisme contre les abus de classification.

◆ CE QUE LA SYNTEC ÉLASTIQUE DÉCLENCHE CONCRÈTEMENT

— Application des minima salariaux Syntec par coefficient, supérieurs aux minima de la convention de l'employeur dans les secteurs sous-rémunérateurs.
— Encadrement des astreintes techniques nocturnes (Le Pager et le Corps) avec majorations obligatoires.
— Droit à la formation infrastructure (Socle du Fer) sur budget de l'employeur.
— Protection de la clause de mobilité — l'ingénieur infrastructure ne peut pas être muté sans respecter les délais Syntec.
— Reconnaissance du savoir tacite dans la grille de classification — la progression n'est pas uniquement liée à l'ancienneté.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · CE QUE LA SYNTEC ÉLASTIQUE PROTÈGE CONCRÈTEMENT

DES DROITS RÉELS — PAS DES RECOMMANDATIONS

◆ GRILLE SALARIALE PROPOSÉE PAR NIVEAU

Alignée sur la nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra et les coefficients Syntec existants :

Technicien support / proximité (N1) : coeff. 200-250 → 24 000-27 000€ brut annuel minimum.

Technicien terrain (N2) : coeff. 250-300 → 27 000-32 000€ brut annuel minimum.

Administrateur junior (N3) : coeff. 300-395 → 32 000-38 000€ brut annuel minimum.

Ingénieur SRE (N4) : coeff. 395-500 → 38 000-50 000€ brut annuel minimum.

Lead SysOps / Lead NetOps (N5) : coeff. 500-660 → 50 000-65 000€ brut annuel minimum.

Principal SRE / Architecte (N6) : coeff. 660-900 → 65 000-90 000€ brut annuel minimum.

◆ ASTREINTES — L'ENCADREMENT DU PAGER

"Le Pager et le Corps" a documenté la dette cortisolique des astreintes nocturnes. La Syntec encadre déjà les forfaits jours — la Syntec élastique doit encadrer spécifiquement les astreintes infrastructure :

— Maximum 8 semaines d'astreinte par trimestre par ingénieur, rotation obligatoire documentée.

— Majoration de 25% du salaire horaire pour toute intervention effective entre 22h et 7h.

— Repos compensateur obligatoire après toute intervention nocturne > 2h.

— Interdiction d'astreinte consécutive > 7 jours sans accord écrit du salarié.

◆ FORMATION — LE SOCLE DU FER COMME DROIT

La Syntec prévoit déjà un pourcentage de la masse salariale dédié à la formation. La Syntec élastique infrastructure fléche obligatoirement une partie de ce budget vers la formation infrastructure reconnue — Socle du Fer conventionné, certifications neutres (Linux Foundation, HashiCorp, CNCF), pas exclusivement les certifications cloud hyperscaler qui renforcent le lock-in et affaiblissent le corps. C'est le mécanisme de correction du CPF Mal Utilisé documenté dans le corpus.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES COMPAGNONS DU NUMÉRIQUE — PROPOSITION D'ARCHITECTURE

UNE ASSOCIATION PROFESSIONNELLE SUR LE MODÈLE COMPAGNONNIQUE

La Syntec élastique protège le corps par le droit. Les Compagnons du Numérique le préservent par la transmission. Les deux sont nécessaires. Les deux sont complémentaires. La Syntec sans transmission produit des droits sans savoir. La transmission sans Syntec produit du savoir sans protection.

◆ STRUCTURE PROPOSÉE — LES COMPAGNONS DU NUMÉRIQUE

Forme juridique : association loi 1901, financée par les cotisations des membres et les conventions avec les entreprises partenaires (qui accueillent des compagnons en rotation).

Les grades : Aspirant(e) SRE (en tour de France, < 3 ans d'expérience) / Compagnon(ne) SRE (reçu(e) après chef-d'œuvre, 3-8 ans) / Maître(sse) Compagnon(ne) SRE (transmetteur/transmettrice reconnu(e), > 8 ans, engagement de mentorat minimum 1 aspirant(e)/an).

Le Tour de France Numérique : rotation structurée de 12 à 24 mois entre 3 à 5 entreprises partenaires de secteurs différents — une SSII, un grand compte, une administration, une startup, un éditeur. Chaque rotation : 3 à 6 mois minimum, avec un Maître Compagnon référent sur place.

Le Chef-d'Œuvre de Réception : projet technique réel réalisé en conditions opérationnelles — migration d'infrastructure, déploiement d'un système de supervision, construction d'un pipeline CI/CD bare-metal. Évalué(e) par un jury de pairs (Maîtres/Maîtresses Compagnon(ne)s).

La Charte : engagement de transmission (minimum 1 aspirant(e) mentoré(e) par Compagnon(ne)), de qualité technique, de neutralité technologique (pas d'évangélisation hyperscaler).

◆ LE LIEN AVEC LE MANIFESTE DU PROFESSEUR

Le Maître/la Maîtresse Compagnon(ne) SRE est le Maâllem du corpus — le transmetteur ou la transmettrice dont "Le Mentor et le Métal" a documenté le mécanisme et "Le Manifeste du Professeur" a posé la posture. Les Compagnons du Numérique sont l'institution qui donne à ce rôle une reconnaissance formelle, un réseau de pairs, et une charte d'engagement. Ce n'est plus un individu isolé qui transmet dans l'ombre — c'est un corps qui se perpétue.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA COUCHE MANQUANTE — LE MODÈLE COMPLET

QUATRE COUCHES · UN CORPS PROFESSIONNEL COMPLET

Le corpus Opération Dindon a construit un modèle en quatre couches. Chaque couche est nécessaire. Aucune n'est suffisante seule. Ensemble, elles constituent ce qu'aucune organisation française n'a encore construit pour son infrastructure numérique — un corps professionnel complet, nommé, formé, visible et protégé.

◆ COUCHE 1 — NOMENCLATURE

Le Ticket et le Talent
SysOps / NetOps / OpInfra
6 niveaux · Règle de Non-Dilution
→ Nommer le corps

◆ COUCHE 2 — FORMATION

Le Socle du Fer
26 semaines · FR et EN
De l'électricité à Kubernetes
→ Former le corps

◆ COUCHE 3 — VISIBILITÉ

L'Uniforme du Corps
5 niveaux · 5 signaux
Blouse blanche · Costume noir
→ Rendre le corps visible

◆ COUCHE 4 — PROTECTION

Les Compagnons du Numérique
Syntec Élastique + Compagnonnage
Droits où qu'il soit employé
→ **PROTÉGER LE CORPS**

◆ L'INFRA N'EST PAS UN BUT — C'EST LA BASE SUR LAQUELLE TOUT REPOSE

L'infrastructure numérique n'est pas un secteur comme les autres — elle est le substrat de tous les secteurs. Une banque sans infrastructure s'arrête. Un hôpital sans infrastructure s'arrête. Une administration sans infrastructure s'arrête. C'est précisément parce que l'infrastructure est transversale qu'elle doit être protégée par une convention transversale. La Syntec élastique dit ce que le droit du travail français n'a pas encore dit : l'ingénieur infrastructure n'est pas défini par le secteur qui l'emploie — il est défini par le métier qu'il exerce. Et ce métier mérite une protection à la hauteur de son importance réelle.

RAITI

◆◆◆

Sans les Compagnons, Notre-Dame ressemblait à La Défense.
Sans protection juridique, l'infrastructure ressemble à n'importe quel salarié.
Ces deux réalités ont le même remède : un corps organisé, transmetteur et protégé.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TUTORIEL TECHNIQUE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

MARIADB
SANS TREMBLER

Migration et Réplication en Flux Tendu

XtraBackup · Streaming SSH · Multi-To sans saturer le disque

◆ **CONTEXTE DE CE TUTORIEL**

Dupliquer plusieurs To de données en production ne s'improvise pas. Si tu satures ton disque ou bloques tes tables, tu n'es plus un ingénieur — tu es un saboteur. Ce tutoriel documente la méthode complète : streaming SSH sans stockage local, préparation des données, réplication binlog et GTID, vérification post-déploiement. Propre et direct.

VOLUME	DOWNTIME	STOCKAGE LOCAL
Multi-To	Zéro	Zéro

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · POURQUOI XTRABACKUP — ET PAS LES AUTRES

CHOISIR LA BONNE MÉTHODE AVANT DE COMMENCER

◆ COMPARATIF DES MÉTHODES DE MIGRATION

MYSQLDUMP / MARIADB-DUMP : simple, universel, lisible. Mais il verrouille les tables (ou produit des données incohérentes sans lock), génère un fichier SQL à réimporter ligne par ligne, et devient impraticable au-delà de quelques dizaines de Go. À réserver aux petites bases ou aux migrations ponctuelles sans contrainte de temps.

SNAPSHOT LVM : rapide et cohérent si le volume MySQL est sur LVM. Mais requiert une configuration LVM préalable, un espace snapshot suffisant, et une fenêtre de maintenance de quelques secondes pour la prise du snapshot.

GALERA CLUSTER (SST/IST) : idéal pour les clusters multi-maîtres déjà en place. Hors de propos pour une migration one-shot source → cible.

XTRABACKUP / MARIABACKUP : backup physique à chaud, sans verrouillage des tables InnoDB, streaming direct vers la cible, cohérence garantie par les logs de transaction. C'est la méthode pour les bases multi-To en production sans downtime.

⚠️ XTRABACKUP VS MARIABACKUP — NE PAS CONFONDRE

À partir de MariaDB 10.2+, Percona XtraBackup n'est plus pleinement compatible. Il faut utiliser **MARIABACKUP** — le fork officiel de MariaDB. Les commandes sont quasi-identiques mais les binaires diffèrent : `mariabackup` au lieu de `xtrabackup`. Vérifier la version : `mariadb --version`. Ce tutoriel utilise la syntaxe `xtrabackup` pour la lisibilité — adapter selon la version installée.

◆ QUAND UTILISER LE STREAMING SSH

Le streaming SSH pipe la donnée directement de la SOURCE vers la CIBLE sans jamais écrire sur le disque de la SOURCE. Trois avantages critiques :

— **ZÉRO SATURATION DISQUE SUR LA SOURCE :** une base de 3 To ne nécessite pas 3 To libres supplémentaires sur le serveur source.

— **TRANSFERT EN TEMPS RÉEL :** la donnée arrive sur la cible au fur et à mesure qu'elle est lue, réduisant le temps total de migration.

— **UN SEUL POINT DE CONTRÔLE :** si le transfert échoue, on recommence. Pas de fichier intermédiaire corrompu à gérer.

Prérequis : connexion SSH sans mot de passe entre les deux serveurs (clé publique déployée) et bande passante réseau suffisante entre SOURCE et CIBLE.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · PRÉPARATION — CHECKLIST AVANT DE TOUCHER QUOI QUE CE SOIT

L'ALIGNEMENT DES ASTRES

✅ **CHECKLIST PRÉ-MIGRATION**

☐ Versions identiques de MariaDB sur SOURCE et CIBLE (`mariadb --version`)
☐ Versions identiques de XtraBackup/Mariabackup sur les deux serveurs
☐ Espace disque CIBLE ≥ taille des datafiles SOURCE + 20% de marge (`du -sh /var/lib/mysql`)
☐ Connexion SSH sans mot de passe SOURCE → CIBLE et CIBLE → SOURCE
☐ Toutes les tables critiques sont InnoDB (si MyISAM présent, voir avertissement ci-dessous)
☐ Binlog activé sur la SOURCE (`SHOW VARIABLES LIKE 'log_bin'`)
☐ GTID activé ou non — décider de la méthode de réplication avant de commencer
☐ Pare-feu : port MySQL (3306 ou custom) ouvert entre SOURCE et CIBLE

⚠️ **DANGER MYISAM — LIRE AVANT D'UTILISER --NO-LOCK**

`--no-lock` est sûr UNIQUEMENT si toutes les tables sont InnoDB. Une seule table MyISAM dans la base produit une incohérence silencieuse — le backup semblera réussir mais les données MyISAM seront potentiellement corrompues. Vérifier : `SELECT TABLE_NAME, ENGINE FROM information_schema.TABLES WHERE TABLE_SCHEMA='votre_base' AND ENGINE != 'InnoDB';` Si résultat non vide : convertir en InnoDB ou utiliser `--lock-ddl-per-table` à la place de `--no-lock` .

◆ CRÉATION DES UTILISATEURS SUR LA SOURCE

SQL — EXÉCUTER SUR LA SOURCE

```
-- Utilisateur pour XtraBackup (backup physique)
          CREATE USER 'xtrabackup'@'localhost' IDENTIFIED BY
          'SuperStrongPass';
          GRANT RELOAD, LOCK TABLES, PROCESS, REPLICATION CLIENT
          ON *.* TO 'xtrabackup'@'localhost';

          -- Utilisateur pour la réplication continue
          CREATE USER 'repl_user'@'%' IDENTIFIED BY 'REPL_PASSWORD';
          GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'repl_user'@'%';
          FLUSH PRIVILEGES;
```

Note : `REPLICATION CLIENT` permet à XtraBackup de lire la position binlog. `RELOAD` est requis pour FLUSH TABLES. `LOCK TABLES` est utilisé même avec `--no-lock` pour les tables non-InnoDB.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE STREAMING SSH — L'ASPIRATION PAR LE VIDE

ON PIPE LA DONNÉE DIRECTEMENT — RIEN NE TOUCHE LE DISQUE SOURCE

◆ LA COMMANDE DE STREAMING — EXÉCUTÉE SUR LA CIBLE

BASH — EXÉCUTER SUR LA CIBLE (ELLE TIRE LA DONNÉE DEPUIS LA SOURCE)

```
ssh root@source-db-server "bash -c '
          ulimit -n 1048576
          xtrabackup --backup \
          --user=xtrabackup \
          --password="SuperStrongPass" \
          --socket=/var/run/mysqld/mysql.sock \
          --no-lock \
          --parallel=4 \
          --stream=xbstream
          '" | xbstream -x -C /backup/source-db-server
```

◆ DÉCRYPTAGE OPTION PAR OPTION

`ulimit -n 1048576` : augmente le nombre maximum de descripteurs de fichiers ouverts simultanément. Sur les grandes bases avec beaucoup de tables, XtraBackup peut atteindre la limite système par défaut (1024) et échouer. Cette ligne l'évite.

`--no-lock` : supprime le FLUSH TABLES WITH READ LOCK global. La production continue sans interruption. UNIQUEMENT sûr avec 100% InnoDB (voir Section 2).

`--parallel=4` : nombre de threads de lecture en parallèle. Adapter selon les CPU disponibles sur la SOURCE. Commencer à 4, monter si la bande passante réseau n'est pas le goulot.

`--stream=xbstream` : format de streaming propriétaire XtraBackup, plus efficace que tar pour les fichiers MySQL.

`--socket` : chemin vers le socket Unix de MariaDB. Varie selon la distribution : `/var/run/mysqld/mysql.sock` (Debian/Ubuntu) ou `/tmp/mysql.sock` (CentOS/RHEL). Vérifier : `SHOW VARIABLES LIKE 'socket';`

`xbstream -x -C /backup/source-db-server` : extraction du stream sur la CIBLE dans le répertoire cible. S'assurer que ce répertoire existe et a l'espace suffisant.

RATIO

✅ SURVEILLER LE TRANSFERT EN COURS

```
# Sur la CIBLE — surveiller la progression
          watch -n 5 "du -sh /backup/source-db-server"

          # Sur la SOURCE — surveiller le processus XtraBackup
          tail -f /var/log/mysql/xtrabackup.log
```


Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · PREPARE ET RESTORE — LA MÉTAMORPHOSE

RENDRE LA DONNÉE VIVANTE — PUIS L'INJECTER

◆ ÉTAPE 1 — PREPARE : CONSOLIDATION DES LOGS DE TRANSACTION

Le backup physique capturé en flux tendu contient des pages de données potentiellement incohérentes — des transactions ouvertes au moment de la capture. `--prepare` applique le redo log et rollback les transactions incomplètes, rendant le backup cohérent et restaurable. Cette étape est obligatoire. Sans elle, MariaDB refusera de démarrer sur les fichiers restaurés.

BASH — EXÉCUTER SUR LA CIBLE

```bash
# Consolidation des logs — rend le backup cohérent
        xtrabackup --prepare --target-dir=/backup/source-db-server

        # Vérifier que la préparation s'est terminée sans erreur
        echo $? # doit retourner 0
```

◆ ÉTAPE 2 — RESTORE : DÉPLOIEMENT SUR LA CIBLE

⚠️ ARRÊTER MARIADB SUR LA CIBLE AVANT LE RESTORE

`systemctl stop mariadb` — Le répertoire de données doit être vide. Ne jamais restaurer sur un MariaDB en cours d'exécution.

BASH — EXÉCUTER SUR LA CIBLE

```bash
# Vider le répertoire de données (IRRÉVERSIBLE — vérifier
          deux fois)
        rm -rf /var/lib/mysql/*

        # Restaurer les fichiers depuis le backup préparé
        xtrabackup --copy-back --target-dir=/backup/source-db-server --datadir=/var/lib/mysql

        # Corriger les permissions (OBLIGATOIRE)
        chown -R mysql:mysql /var/lib/mysql

        # Démarrer MariaDB
        systemctl start mariadb
        systemctl status mariadb
```

◆ NASSIHA — NE PAS OUBLIER LES PERMISSIONS

XtraBackup restaure les fichiers avec les permissions de l'utilisateur qui exécute la commande (souvent root). Sans le `chown -R mysql:mysql`, MariaDB refusera de démarrer avec une erreur de permissions. C'est l'erreur la plus fréquente à cette étape.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA RÉPLICATION — LE LIEN SACRÉ

CONNECTER SOURCE ET CIBLE — DEUX MÉTHODES

◆ RÉCUPÉRER LES COORDONNÉES DE RÉPLICATION

XtraBackup a créé le fichier `xtrabackup_binlog_info` dans le répertoire de backup. Il contient la position exacte dans le binlog au moment de la capture.

BASH — LIRE LES COORDONNÉES

```
cat /backup/source-db-server/xtrabackup_binlog_info
          # Exemple de sortie :
          mysql-bin.000123 456789 0-1-12345
          # Colonne 1 : fichier binlog
          # Colonne 2 : position (méthode classique)
          # Colonne 3 : GTID position (si GTID activé)
```

◆ MÉTHODE A — BINLOG CLASSIQUE (SANS GTID)

SQL — EXÉCUTER SUR LA CIBLE

```
STOP SLAVE;
          CHANGE MASTER TO
          MASTER_HOST='source-db-server',
          MASTER_PORT=3306,
          MASTER_USER='repl_user',
          MASTER_PASSWORD='REPL_PASSWORD',
          MASTER_LOG_FILE='mysql-bin.000123',
          MASTER_LOG_POS=456789;
          START SLAVE;
```

◆ MÉTHODE B — GTID (RECOMMANDÉ MARIADB 10.2+)

Plus robuste — survit aux redémarrages et aux failovers sans reconfiguration manuelle de la position.

SQL — EXÉCUTER SUR LA CIBLE

```
STOP SLAVE;
          -- Injecter la position GTID depuis xtrabackup_binlog_info (3ème colonne)
          SET GLOBAL gtid_slave_pos = '0-1-12345';
          CHANGE MASTER TO
          MASTER_HOST='source-db-server',
          MASTER_PORT=3306,
          MASTER_USER='repl_user',
          MASTER_PASSWORD='REPL_PASSWORD',
          MASTER_USE_GTID=slave_pos;
          START SLAVE;
```


Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · VÉRIFICATION — NE PAS PARTIR AVANT D'AVOIR CONFIRMÉ

SHOW SLAVE STATUS — DÉCRYPTAGE COMPLET

◆ LA COMMANDE DE VÉRIFICATION

SQL — EXÉCUTER SUR LA CIBLE

```
SHOW SLAVE STATUS\G
```

Slave_IO_Running: Yes — le thread I/O est connecté à la SOURCE et lit le binlog. Si `No` : problème réseau ou credentials incorrects.

Slave_SQL_Running: Yes — le thread SQL applique les événements sur la CIBLE. Si `No` : erreur SQL, voir `Last_SQL_Error`.

Seconds_Behind_Master: 0 — la CIBLE est synchronisée. Une valeur non nulle indique un retard de réplication — normal juste après le démarrage, doit converger vers 0.

Last_IO_Error / Last_SQL_Error — si non vides : lire et traiter avant de continuer.

⚠️ ERREURS FRÉQUENTES ET CORRECTIONS

Error 1236 — Could not find first log file : la position binlog dans `xtrabackup_binlog_info` est dépassée (les binlogs ont été purgés sur la SOURCE). Solution : purge_logs_before ou refaire le backup.

Error 1062 — Duplicate entry : une ligne existe déjà sur la CIBLE. Si non critique : `SET GLOBAL slave_skip_errors = 1062;` et redémarrer le slave. Analyser l'origine.

Error 2003 — Can't connect to MySQL server : vérifier le pare-feu sur la SOURCE, le bind-address dans my.cnf (`bind-address = 0.0.0.0` ou l'IP de la CIBLE).

Slave_IO_Running: Connecting : credentials incorrects ou compte repl_user non autorisé depuis l'IP de la CIBLE. Vérifier `SHOW GRANTS FOR 'repl_user'@'%';`

✅ SURVEILLANCE POST-DÉPLOIEMENT

```
# Surveiller le rattrapage du retard en temps réel
        watch -n 2 "mysql -e 'SHOW SLAVE STATUS\G' | grep -E 'Running|Behind|Error'"

        # Vérifier la cohérence d'une table entre SOURCE et CIBLE
        # Sur SOURCE :
        SELECT COUNT(*), MAX(id) FROM ma_table;
        # Sur CIBLE (après Seconds_Behind_Master = 0) :
        SELECT COUNT(*), MAX(id) FROM ma_table;
```

◆◆◆

Si tu satures le disque ou bloques les tables, tu n'es plus un ingénieur — tu es un saboteur. Cette méthode évite les deux. Propre et direct.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PLANNING DE FORMATION · 26 SEMAINES · JUIN 2026

LE SOCLE DU FER

Programme de Formation Détaillé · 6 Mois · 910 Heures

Restitution du parcours suivi en 2005, adapté à la production de 2026

26	910	7	35h
Semaines	Heures totales	Blocs pédagogiques	Par semaine

RATIO

◆ OBJECTIF DU PARCOURS

Ce planning détaille, semaine par semaine, le socle pédagogique présenté dans le document "Anatomie de la Perdition" de ce corpus. Le parcours suit un principe de progression délibéré : trois semaines de fondamentaux conceptuels compressés, puis une montée en puissance constante vers les compétences directement employables — système, middleware et réseau, qui représentent 19 des 26 semaines, soit 73% du temps total. L'objectif n'est pas la culture générale technique : c'est la sortie de personnes prêtes pour la production, en six mois, sur un socle complet du fer jusqu'au réseau.

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

Opération Dindon

VUE D'ENSEMBLE DU PARCOURS

Sem.	Bloc pédagogique	Durée	Ratio T/P
1-3	Électricité · Conversion numérique · Boole/Karnaugh	3 sem.	55% / 45%
4-5	Automatisation physique (Arduino, automates)	2 sem.	25% / 75%
6	Microinformatique (RAM, CPU, carte mère, BIOS)	1 sem.	30% / 70%
7	Filesystems, images disque, dump/restore	1 sem.	30% / 70%
8-16	**OS client/serveur sur bare metal**	**9 sem.**	28% / 72%
17-19	**Réseau fondamental** (OSI, adressage, VLAN, routage)	**3 sem.**	32% / 68%
20	DHCP (sur la base réseau acquise)	1 sem.	23% / 77%
21	DNS (prérequis direct d'Active Directory)	1 sem.	23% / 77%
22-23	**Active Directory** + **GPO** (regroupés)	**2 sem.**	27% / 73%
24	Serveur web	1 sem.	23% / 77%
25	Base de données	1 sem.	29% / 71%
26	**Sécurité réseau (ACL) + Synthèse finale**	**1 sem.**	14% / 86%

◆ LA LOGIQUE DE PROGRESSION

Les 7 premières semaines (27% du temps) installent le socle conceptuel et matériel le plus fondamental : comprendre l'électricité, le binaire, la logique, l'automatisation physique, le matériel et le stockage. Les 19 semaines suivantes (73% du temps) transforment ce socle en compétence opérationnelle directement vendable sur le marché : système d'exploitation, middleware d'entreprise, réseau. Cette proportion n'est pas arbitraire — elle reflète l'objectif assumé du parcours : sortir des personnes prêtes pour la production, pas des généralistes de la culture technique.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

BLOC I · SEMAINES 1-3 · 105 HEURES

FONDAMENTAUX — ÉLECTRICITÉ, CONVERSION NUMÉRIQUE, BOOLE/KARNAUGH

S1 Électricité et puissance

50% T / 50% P

Théorie (20h) : tension, intensité, puissance, loi d'Ohm, puissance apparente/active/réactive, kVA vs kW, lecture de plaques signalétiques.
Pratique (15h) : mesures au multimètre, calcul de charge d'une baie serveur, dimensionnement simple d'une alimentation.

Objectif : lire une fiche technique d'onduleur ou de PDU et calculer une charge admissible.

S2 Conversion numérique entre bases

45% T / 55% P

Théorie (15h) : binaire, octal, décimal, hexadécimal, opérations arithmétiques dans chaque base.
Pratique (20h) : exercices de conversion manuelle, calcul d'adresses IP en binaire, masques de sous-réseau, conversion de couleurs hexadécimales.

Objectif : convertir et calculer dans les 4 bases sans calculatrice, sur des cas réseau réels.

S3 Algèbre de Boole, Karnaugh, circuits logiques

35% T / 65% P

Théorie (12h) : opérateurs AND/OR/NOT/NAND/NOR/XOR, tables de vérité, simplification par algèbre de Boole et tableaux de Karnaugh.
Pratique (23h) : conception d'un circuit à partir d'un énoncé (ex. contrôle de feux de signalisation), réalisation sur circuits intégrés série 74XXX, tests avec LED/résistances/interrupteurs.

Objectif : concevoir et câbler un circuit logique simple de bout en bout.

◆ POURQUOI CE BLOC EST COMPRESSÉ

Ces trois semaines ne visent pas l'expertise mais l'intuition fondatrice : comprendre que toute infrastructure repose sur de l'électricité, que toute donnée se réduit à des états binaires, et que toute logique informatique se construit à partir de portes physiques réelles. C'est un socle conceptuel, pas une finalité professionnelle — il sert de fondation aux blocs suivants, qui occupent l'essentiel du temps de formation.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

BLOC 2 · SEMAINES 4-5 · 70 HEURES

AUTOMATISATION PHYSIQUE

S4 Bases de la programmation embarquée

25% T / 75% P

Théorie (10h) : architecture microcontrôleur, capteurs et actionneurs, notions de boucle de contrôle.
Pratique (25h) : premiers programmes Arduino, lecture de capteur, commande de moteur/relais.
Objectif : faire interagir un programme avec un événement physique réel.

S5 Automates programmables et projet intégrateur

22% T / 78% P

Théorie (8h) : logique des automates industriels (API), cahier des charges d'automatisation.
Pratique (27h) : projet de synthèse combinant capteurs, logique conditionnelle et actionneurs.
Objectif : livrer un mini-projet d'automatisation fonctionnel et documenté.

BLOC 3 · SEMAINE 6 · 35 HEURES — MICROINFORMATIQUE

S6 Hardware PC et serveur

30% T / 70% P

Théorie (10h) : composants (CPU, RAM, carte mère, alimentation, refroidissement), normes de bus, BIOS/UEFI.
Pratique (25h) : démontage et remontage complet d'un poste, diagnostic de panne matérielle, mise à jour BIOS, montage d'un petit serveur.
Objectif : diagnostiquer une panne matérielle et assembler une machine de bout en bout.

BLOC 4 · SEMAINE 7 · 35 HEURES — FILESYSTEMS ET IMAGES DISQUE

S7 Stockage et récupération de données

30% T / 70% P

Théorie (10h) : structure d'un disque (secteurs, partitions), systèmes de fichiers (ext4, NTFS, ZFS), notions de RAID.
Pratique (25h) : création de partitions, prise d'image disque (dd, Clonezilla), restauration, récupération de données sur disque corrompu.
Objectif : sauvegarder, restaurer et récupérer un système à partir d'une image disque.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

BLOC 5 · SEMAINES 8-16 · 315 HEURES · 1/2

OS CLIENT/SERVEUR SUR BARE METAL

Le plus long bloc du parcours — 9 semaines, 35% de l'ensemble de la formation. C'est la compétence la plus directement vendable sur le marché du travail.

S8 Fondamentaux Linux (installation et shell)

29% T / 71% P

Théorie (10h) : architecture Linux, distributions, arborescence des fichiers.
Pratique (25h) : installation sur métal nu, prise en main du shell, gestion de fichiers et permissions.
Objectif : installer et naviguer dans un système Linux en autonomie.

S9 Administration Linux niveau 1

23% T / 77% P

Théorie (8h) : gestion des paquets, des services (systemd), des utilisateurs et groupes.
Pratique (27h) : installation de paquets, création de services, gestion des droits, journaux système.
Objectif : administrer un serveur Linux de base en production.

S10 Administration Linux niveau 2

23% T / 77% P

Théorie (8h) : cron, scripts shell, gestion des logs, supervision basique.
Pratique (27h) : automatisation de tâches courantes, scripts de maintenance, mise en place d'alertes simples.
Objectif : automatiser des tâches d'administration courantes.

S11 Windows Server fondamentaux

29% T / 71% P

Théorie (10h) : architecture Windows Server, rôles et fonctionnalités, gestion des licences.
Pratique (25h) : installation sur métal nu, configuration initiale, gestion des rôles serveur.
Objectif : installer et configurer un serveur Windows en autonomie.

S12 Windows Server administration locale

23% T / 77% P

Théorie (8h) : gestion des utilisateurs et groupes locaux, droits NTFS, journaux d'événements.
Pratique (27h) : création de comptes locaux, gestion des permissions sur fichiers et dossiers, dépannage via journaux d'événements.
Objectif : administrer un serveur Windows en mode autonome, sans annuaire.

◆ NOTE DE SÉQUENCEMENT

Les stratégies de groupe (GPO) ont été retirées de cette semaine. GPO est une fonctionnalité d'Active Directory, qui n'est introduit qu'en semaine 22 — l'enseigner ici aurait signifié présenter un outil sans le service dont il dépend. La semaine 12 se concentre donc sur l'administration Windows en mode autonome (comptes locaux, permissions NTFS), ce qui prépare logiquement à l'administration via annuaire, introduite plus tard une fois le réseau et le DNS acquis.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

BLOC 5 · SEMAINES 8-16 · 315 HEURES · 2/2

OS CLIENT/SERVEUR — VIRTUALISATION, HA, SÉCURITÉ, SYNTHÈSE

S13 Virtualisation bare metal

29% T / 71% P

Théorie (10h) : hyperviseurs type 1 vs type 2, notions de ressources virtuelles, snapshots.
Pratique (25h) : installation d'un hyperviseur (Proxmox VE ou équivalent), création et gestion de VMs.
Objectif : déployer et gérer des machines virtuelles sur un hyperviseur bare metal.

S14 Haute disponibilité et sauvegarde

23% T / 77% P

Théorie (8h) : notions de cluster, RPO/RTO, stratégies de sauvegarde (GFS).
Pratique (27h) : configuration d'un cluster simple, mise en place de sauvegardes automatisées, test de restauration.
Objectif : garantir la continuité de service sur un environnement bare metal simple.

S15 Sécurisation des systèmes

29% T / 71% P

Théorie (10h) : durcissement OS, gestion des mises à jour, principes du moindre privilège.
Pratique (25h) : durcissement SSH, configuration de pare-feu local, audit de configuration.
Objectif : sécuriser un serveur selon des bonnes pratiques de base.

S16 Projet de synthèse OS — Soutenance

14% T / 86% P

Théorie (5h) : revue de cas, préparation de la soutenance.
Pratique (30h) : déploiement complet d'un mini environnement (serveur Linux + serveur Windows + sauvegarde + sécurisation) à présenter en soutenance.
Objectif : démontrer une compétence d'administration système complète et autonome.

◆ POINT D'ÉTAPE À MI-PARCOURS

À l'issue de ce bloc, le stagiaire a installé, configuré, sécurisé et soutenu un environnement bare metal complet incluant deux systèmes d'exploitation, virtualisation, sauvegarde et durcissement. C'est, à ce stade, une compétence déjà employable en poste de technicien systèmes junior — les deux blocs suivants (middleware, réseau) ajoutent l'épaisseur nécessaire à l'autonomie complète.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

BLOC 6 · SEMAINES 17-19 · 105 HEURES

RÉSEAU FONDAMENTAL — OSI, ADRESSAGE, VLAN, ROUTAGE

Ce bloc est placé avant tous les services applicatifs réseau (DHCP, DNS, Active Directory) dont il constitue le prérequis direct.

S17 Modèle OSI et adressage approfondi

34% T / 66% P

Théorie (12h) : les 7 couches OSI, encapsulation, adressage IP et masques, sous-réseaux.
Pratique (23h) : exercices d'adressage, calcul de sous-réseaux, capture de trames (Wireshark).
Objectif : comprendre et analyser la circulation d'une trame à travers les couches OSI, maîtriser le calcul de sous-réseaux.

S18 Commutation et VLAN

29% T / 71% P

Théorie (10h) : fonctionnement d'un switch, notions de VLAN, trunking.
Pratique (25h) : simulation sur Cisco Packet Tracer ou GNS3, configuration de VLANs, segmentation réseau.
Objectif : concevoir et configurer une segmentation réseau par VLAN.

S19 Routage

29% T / 71% P

Théorie (10h) : fonctionnement du routage, tables de routage, routage statique vs dynamique (notions de base).
Pratique (25h) : configuration de routeurs sur simulateur, mise en place de routage inter-VLAN, tests de connectivité.
Objectif : configurer un routage fonctionnel entre plusieurs réseaux segmentés en VLAN.

◆ CE QUE CE BLOC PRÉPARE

Avec OSI, l'adressage, les VLAN et le routage maîtrisés, le stagiaire dispose désormais de la topologie complète sur laquelle vont s'appuyer les trois semaines suivantes : DHCP distribue des adresses dans des sous-réseaux désormais compris, DNS résout des noms sur une infrastructure désormais cartographiée, et Active Directory s'installera sur un réseau dont la segmentation est déjà maîtrisée.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

BLOC 7 · SEMAINES 20-21 · 70 HEURES

DHCP ET DNS — SUR LA BASE RÉSEAU ACQUISE

S20 DHCP

23% T / 77% P

Théorie (8h) : fonctionnement du DHCP, baux d'adresses, relais DHCP inter-VLAN.
Pratique (27h) : configuration d'un serveur DHCP, gestion des plages d'adresses sur plusieurs VLAN déjà configurés en semaine 18, tests sur plusieurs sous-réseaux.
Objectif : déployer un service DHCP fonctionnel sur une topologie VLAN/routage déjà maîtrisée.

S21 DNS

23% T / 77% P

Théorie (8h) : fonctionnement du DNS, types d'enregistrements, résolution récursive.
Pratique (27h) : installation d'un serveur DNS, création de zones, tests de résolution, dépannage DNS.
Objectif : déployer et dépanner un service DNS — prérequis technique direct de la semaine suivante.

◆ POURQUOI DNS PRÉCÈDE IMMÉDIATEMENT ACTIVE DIRECTORY

Active Directory dépend techniquement d'un service DNS fonctionnel pour la localisation des contrôleurs de domaine et la résolution des enregistrements de service (SRV). Enseigner DNS juste avant Active Directory n'est pas un choix arbitraire de planning : c'est un prérequis technique réel, qui évite à l'apprenant de configurer un annuaire sur un service qu'il ne maîtrise pas encore.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

8

BLOC 8 · SEMAINES 22-23 · 70 HEURES

ACTIVE DIRECTORY ET GPO — REGROUPÉS

S22 Annuaire Active Directory / LDAP

29% T / 71% P

Théorie (10h) : notions d'annuaire, structure LDAP, principes d'Active Directory, dépendance au DNS déjà déployé en semaine 21.
Pratique (25h) : installation d'un contrôleur de domaine, création d'utilisateurs et groupes, intégration d'un poste au domaine.

Objectif : déployer un annuaire d'entreprise et y intégrer des postes clients.

S23 Stratégies de groupe (GPO)

25% T / 75% P

Théorie (9h) : principes des GPO, héritage et priorité, portée (site, domaine, unité d'organisation).
Pratique (26h) : création de GPO de sécurité et de configuration, déploiement sur les postes intégrés au domaine en semaine 22, dépannage de stratégies en conflit.

Objectif : administrer un parc Windows via stratégies de groupe centralisées, sur l'annuaire déployé la semaine précédente.

◆ CORRECTION DE SÉQUENCEMENT

Dans une version antérieure de ce planning, les GPO étaient enseignées en semaine 12, avant même l'introduction d'Active Directory en semaine 21. Cette erreur de séquencement plaçait un outil avant le service dont il dépend techniquement. Le regroupement actuel — Active Directory puis GPO, sur deux semaines consécutives — respecte la dépendance réelle : on ne peut pas administrer des stratégies de groupe sur un annuaire qui n'existe pas encore.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

9

BLOC 9 · SEMAINES 24-25 · 70 HEURES

SERVEUR WEB ET BASE DE DONNÉES

Ces deux briques ont une dépendance réseau plus légère et peuvent s'appuyer simplement sur la base déjà acquise (adressage, DNS) sans nécessiter de prérequis supplémentaire.

S24 Serveurs web

23% T / 77% P

Théorie (8h) : fonctionnement HTTP/HTTPS, architecture client-serveur web, certificats SSL/TLS.
Pratique (27h) : installation et configuration d'un serveur web (Apache/Nginx), hébergement d'un site simple, résolution via le DNS déjà déployé, mise en place HTTPS.

Objectif : déployer un serveur web fonctionnel et sécurisé, résolu par le DNS de l'infrastructure.

S25 Bases de données

29% T / 71% P

Théorie (10h) : modèle relationnel, SQL de base, notions de sauvegarde de base de données.
Pratique (25h) : installation d'un SGBD (MySQL/PostgreSQL), création de bases, requêtes courantes, sauvegarde/restauration, connexion depuis le serveur web de la semaine précédente.

Objectif : installer et administrer une base de données relationnelle simple, connectée à une application web.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

10

BLOC 10 · SEMAINE 26 · 35 HEURES

SÉCURITÉ RÉSEAU ET SYNTHÈSE FINALE

14% T / 86% P

S26 Sécurité réseau (ACL) et soutenance finale

Théorie (5h) : pare-feu, listes de contrôle d'accès (ACL), notions de segmentation de sécurité, préparation de la soutenance finale.
Pratique (30h) : configuration d'ACL sur les VLAN déjà segmentés en semaine 18, conception et présentation d'une architecture complète intégrant OS, réseau, DHCP/DNS, Active Directory et services applicatifs déployés tout au long du parcours.

Objectif : sécuriser par filtrage l'ensemble de l'infrastructure construite, et démontrer une compétence d'intégration complète, du fer jusqu'au réseau, prête pour la production.

◆ CE QUE LA SOUTENANCE FINALE INTÈGRE

La soutenance de la semaine 26 ne porte pas sur une brique isolée. Elle porte sur l'ensemble de la chaîne construite depuis la semaine 8 : serveurs Linux et Windows sur bare metal, segmentation VLAN et routage, DHCP et DNS opérationnels, annuaire Active Directory avec stratégies de groupe, services web et base de données, le tout sécurisé par des règles de filtrage. C'est la démonstration que chaque semaine a effectivement préparé la suivante, et non une succession de modules indépendants.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CONCLUSION

CE QUE PRODUIT CE PARCOURS EN SIX MOIS

À l'issue des 26 semaines, le stagiaire a démontré, lors de deux soutenances (semaine 16 et semaine 26), une capacité d'intégration complète : comprendre l'électricité et la logique qui sous-tendent tout système numérique, automatiser un processus physique, diagnostiquer et assembler du matériel, gérer le stockage au niveau du disque, installer et sécuriser des systèmes d'exploitation Linux et Windows en production, maîtriser le réseau fondamental (OSI, adressage, VLAN, routage) avant de déployer les services qui en dépendent (DHCP, DNS, Active Directory et ses stratégies de groupe), puis les services applicatifs d'entreprise (web, base de données), et enfin sécuriser l'ensemble par filtrage.

◆ LE LIEN AVEC LE RESTE DU CORPUS

Ce planning n'est pas une proposition théorique : c'est la restitution détaillée du parcours suivi par l'auteur en 2005, dans un centre de formation professionnelle pour demandeurs d'emploi, réordonné ici selon une chaîne de dépendances techniques stricte plutôt que par catégorie administrative. Sa pertinence aujourd'hui répond directement au mécanisme cognitif décrit dans "Anatomie de la Perdition" — un référentiel technique complet, acquis dans le bon ordre, permet à un professionnel de proposer spontanément des architectures hors du seul écosystème du trio cloud, parce qu'il en a la compréhension de bout en bout, et non une collection de modules disjoints.

Ce socle ne s'oppose pas aux compétences DevOps ou cloud actuelles. Il les complète. Un professionnel formé sur ce parcours, puis exposé ensuite aux outils modernes d'orchestration et d'automatisation, dispose des deux référentiels — l'abstraction et le matériel qu'elle recouvre — ce qui est précisément la compétence rare que ce corpus identifie comme le levier de la reconquête de la souveraineté numérique.

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE

Le Dernier Mot du Principal SRE

Droit de Regard Budgétaire vs Autorité de Décision Technique

◆ **LE CONCEPT CENTRAL**

La Primauté Technique est le droit constitutif du Principal SRE à avoir le dernier mot sur les décisions d'architecture et d'exploitation, dans le cadre du budget fixé par le management. Elle ne conteste pas l'autorité managériale — elle la délimite. Le management fixe l'enveloppe. Le Principal SRE décide comment la dépenser et quels risques techniques refuser. Confondre ces deux rôles produit la Dette Invisible, la Boucle Infrationnelle et le Départ du Dernier Qui Sait.

RATIO

CONCEPT	MODÈLE	WATERMARK
PRIMAUTÉ TECHNIQUE	**MÉDECIN -CHEF**	**RATIO**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE DIAGNOSTIC — QUI DÉCIDE QUOI EN INFRASTRUCTURE

LA CONFUSION QUI COÛTE

Dans la majorité des organisations, personne n'a explicitement défini qui a le dernier mot sur les décisions d'infrastructure. Il y a un budget, un comité, un responsable IT, parfois un DSI. Et dans les situations d'arbitrage — migrer ou maintenir, acheter ou construire, accepter ou refuser un risque — la décision finale revient à celui qui a le titre le plus élevé dans la salle. Pas à celui qui connaît le mieux le sujet.

◆ LES DEUX RÔLES — LA DISTINCTION QUI MANQUE

Le droit de regard budgétaire appartient au management. Fixer l'enveloppe annuelle, arbitrer entre projets concurrents, prioriser selon la stratégie de l'organisation. Ce droit est légitime, nécessaire, et ne requiert pas de formation technique. Un DG ou un CFO peut décider que l'infrastructure dispose de 800 000€ cette année et pas de 1,2 million. C'est une décision de gestion.

L'autorité de décision technique appartient au Principal SRE. Dans cette enveloppe de 800 000€ : quelle architecture, quels outils, quels fournisseurs, quels risques acceptés ou refusés, quelle dette technique contractée ou remboursée. Cette décision requiert une expertise que le management général ne possède pas — et ne peut pas posséder sans en avoir fait le métier.

La confusion des deux rôles produit systématiquement le même résultat : des décisions techniquement sous-optimales prises par des personnes qui n'en mesurent pas les conséquences, imposées à des équipes qui les voient venir et ne peuvent pas les arrêter. La dette s'accumule. L'incident finit par arriver. Et le Principal SRE répond à 3h du matin pour une décision qu'il n'a pas prise.

◆ LE SIGNAL D'ALERTE — QUAND LA CONFUSION EST EN PLACE

Trois indicateurs que la Primauté Technique est absente dans une organisation :

— Les arbitrages infrastructure se font en CODIR sans que le Principal SRE soit présent ou sans que son avis soit constitutif de la décision finale.

— Le Principal SRE dit "je déconseille cette migration maintenant" et la migration est lancée quand même sans documentation formelle du risque accepté.

— Les incidents post-décision sont analysés comme des défaillances techniques plutôt que comme des conséquences de décisions managériales non-éclairées.

RATIO

 Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LE MÉDECIN-CHEF COMME MODÈLE

L'HÔPITAL A RÉSOLU CE PROBLÈME — L'INFRASTRUCTURE PEUT EN FAIRE AUTANT

L'hôpital est l'organisation qui a le mieux résolu la tension entre autorité managériale et expertise technique. La solution est institutionnalisée depuis un siècle et demi. Elle est si évidente que personne ne la remet en question. Elle s'appelle la séparation entre direction administrative et autorité médicale.

◆ LE MODÈLE HOSPITALIER — LA SÉPARATION INSTITUTIONNALISÉE

Le directeur de l'hôpital fixe le budget du service de cardiologie. Il décide de l'enveloppe, des effectifs, des investissements en équipements. Il ne décide pas du protocole de traitement d'un patient. S'il décidait qu'un patient reçoit tel traitement pour des raisons budgétaires contre l'avis du chef de service, il y aurait mise en danger de la vie d'autrui — au sens juridique du terme. Le médecin-chef du service a le dernier mot sur les décisions médicales, dans le cadre du budget fixé par la direction.

Cette séparation est si évidente dans le monde médical que la formuler semble trivial. Elle n'est pas triviale — elle est le résultat de décennies de construction institutionnelle après des catastrophes réelles. L'infrastructure numérique est en train de vivre les mêmes catastrophes, avec les mêmes causes, sans avoir encore construit la même protection.

◆ LA TRANSPOSITION INFRASTRUCTURE — TERME À TERME

Directeur de l'hôpital → DG / DSI / CFO : fixe le budget infrastructure, arbitre entre projets, priorise selon la stratégie. Droit de regard total sur l'enveloppe et les priorités. Aucun droit de décision sur les choix techniques internes à cette enveloppe.

Médecin-chef du service → Principal SRE : dans le budget fixé, décide de l'architecture, des outils, des fournisseurs, des risques acceptés ou refusés. Son avis est constitutif et documenté. Son refus d'un risque est formel et enregistré.

Mise en danger du patient → Incident infrastructure majeur : quand le directeur impose un protocole médical, il met en danger une vie. Quand le management impose une décision technique, il crée une dette invisible qui se matérialise en incident. La différence : l'incident infrastructure arrive 18 mois plus tard, pas le lendemain. Ce délai masque la causalité — et permet à la confusion de se perpétuer.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE — DÉFINITION ET PÉRIMÈTRE

CE QU'ELLE COUVRE · CE QU'ELLE NE COUVRE PAS

La Primauté Technique n'est pas un blanc-seing. Elle n'est pas le droit du Principal SRE de décider sans rendre de comptes, ni celui de bloquer indéfiniment des décisions stratégiques. Elle est un périmètre précis, délimité, défendable — qui protège l'organisation autant que le Principal SRE.

◆ CE QUE COUVRE LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE

Architecture : choix des patterns d'infrastructure, décisions de découplage ou d'intégration, choix entre approches bare-metal et cloud, définition des niveaux de redondance.

Exploitation : procédures d'incident, fenêtres de maintenance, seuils d'alerte, décisions de rollback en production.

Sécurité technique : refus d'une configuration jugée non sécurisée, même si elle est demandée par un projet métier ou par le management. Ce refus est documenté, motivé, et formellement enregistré.

Refus de risque documenté : le Principal SRE peut refuser de signer une mise en production ou une migration s'il juge le risque inacceptable. Ce refus est formel. Le management peut passer outre — mais il en assume formellement la responsabilité par signature.

◆ CE QUE NE COUVRE PAS LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE

Le budget global : le Principal SRE ne fixe pas son propre budget. Il propose, argumente, mais la décision finale appartient au management.

Les priorités stratégiques : quel projet infrastructure passe en premier — si la décision est stratégique et non purement technique, le management arbitre.

Les effectifs : combien de personnes dans l'équipe infrastructure — décision RH et budgétaire, pas Primauté Technique.

Le calendrier global des projets : quand un projet infrastructure doit être livré — dans les limites du raisonnable techniquement, le calendrier est une décision managériale.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · CE QUE COÛTE L'ABSENCE DE PRIMAUTÉ TECHNIQUE

TROIS SCÉNARIOS DOCUMENTÉS PAR LE CORPUS

◆ SCÉNARIO 1 — LA DETTE INVISIBLE (LE CORPUS : LA DETTE INVISIBLE)

Le management décide d'une migration cloud précipitée pour tenir un délai contractuel. Le Principal SRE indique que l'architecture n'est pas prête, que la migration créera des dépendances non maîtrisées et une dette technique estimée à 18 mois de travail correctif. Sa recommandation est ignorée. La migration se fait dans les délais. Dix-huit mois plus tard, l'équipe infrastructure consacre 60% de son temps à rembourser la dette — moins de temps pour les nouvelles initiatives, moins de temps pour la formation, moins de temps pour la transmission. Le management s'étonne que l'infrastructure soit "lente". La causalité est invisible parce que le délai entre la décision et la conséquence est de 18 mois.

◆ SCÉNARIO 2 — LA BOUCLE INFRATIONNELLE (LE CORPUS : LA BOUCLE INFRATIONNELLE)

Le Principal SRE recommande d'investir dans la formation bare-metal de l'équipe — compétences rares, essentielles à l'autonomie de l'organisation. Le management décide de prioriser les certifications cloud hyperscaler — moins chères, plus visibles sur les CV, meilleures pour le "rayonnement" de l'équipe. Deux ans plus tard, l'organisation est plus dépendante des hyperscalers qu'elle ne l'était, les ingénieurs sont moins autonomes sur le bare-metal, et le Principal SRE — dont les recommandations ont été systématiquement ignorées — commence à regarder les offres sur le marché.

◆ SCÉNARIO 3 — LE DÉPART DU DERNIER QUI SAIT (LE CORPUS : LE DÉPART DU DERNIER QUI SAIT)

Le Principal SRE a refusé trois fois en deux ans une décision technique qu'il jugeait risquée. Les trois fois, le management a passé outre sans documenter formellement la prise de risque. Les trois fois, deux incidents sur trois se sont produits. Au troisième incident, le management a demandé au Principal SRE "pourquoi l'infrastructure ne tient pas ses engagements". Il part. Le savoir tacite accumulé en dix ans part avec lui. L'organisation recrute un consultant à 1200€/jour pour comprendre l'existant. Elle ne retrouvera jamais le niveau de maîtrise qu'elle avait.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE DROIT DE REGARD DU MANAGEMENT — SON PÉRIMÈTRE EXACT

CE QUE LE MANAGEMENT DÉCIDE — ET CE QU'IL PROTÈGE EN NE DÉCIDANT PAS

Cette étude n'est pas une critique du management — c'est une protection du management. Un DG qui prend une mauvaise décision technique parce que personne ne lui a clairement dit "ce n'est pas votre décision à prendre" est un DG exposé. La Primauté Technique le protège autant que le Principal SRE — elle dit clairement où s'arrête sa responsabilité.

◆ CE QUE LE MANAGEMENT NON-TECHNIQUE DÉCIDE LÉGITIMEMENT

L'enveloppe budgétaire : combien l'organisation investit dans son infrastructure. Cette décision est stratégique et financière — elle appartient au management.

Les priorités entre projets : si l'organisation doit choisir entre migrer le datacenter et construire une nouvelle plateforme de données, le management arbitre selon la stratégie. Il informe le Principal SRE de la priorité — le Principal SRE dit comment la mettre en œuvre techniquement.

Le niveau de risque acceptable : le management peut décider que l'organisation accepte un risque que le Principal SRE déconseille — mais ce doit être une décision explicite, documentée, signée. Pas un silence qui masque la prise de risque.

Le calendrier stratégique : quand un système doit être livré, selon les contraintes contractuelles et stratégiques. Dans ce cadre, le Principal SRE dit ce qui est techniquement faisable ou non.

◆ NASSIHA — LE MANAGEMENT QUI PROTÈGE SON ORGANISATION

Le management qui reconnaît la Primauté Technique du Principal SRE n'abandonne pas son autorité — il l'exerce correctement. Il dit : "Je décide de l'enveloppe et de la stratégie. Pour les décisions techniques dans cette enveloppe, je fais confiance au Principal SRE et je l'en tiens responsable." C'est le contrat de délégation le plus efficace qui existe en organisation technique. Et quand quelque chose tourne mal malgré la Primauté Technique, la responsabilité est clairement située — pas diluée dans une décision collective mal documentée.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE DANS LE CORPUS

CE QUE LE CORPUS A TOUJOURS DIT SANS LE NOMMER

La Primauté Technique est le concept qui rend cohérent l'ensemble du corpus Opération Dindon. Chaque étude a documenté une conséquence de son absence. Aucune n'avait encore nommé le manque lui-même. Ce concept est la pièce qui ferme le puzzle.

◆ NULLE SOUVERAINETÉ SANS MATIÈRE — LA THÈSE FONDATRICE

La thèse fondatrice dit : l'homme est souverain quand il peut agir sur la matière dont il dépend. Appliquée à l'organisation : une organisation est souveraine sur son infrastructure quand le Principal SRE peut décider de cette infrastructure. Sans Primauté Technique, l'organisation délègue sa souveraineté technique à des personnes qui ne la comprennent pas. C'est le cloud extraterritorial à l'échelle interne — pas un hyperscaler étranger qui décide, mais un management non-technique qui décide ce qu'il ne comprend pas.

◆ L'UNIFORME DU CORPS — LE COSTUME SANS AUTORITÉ EST DÉCORATIF

Le costume noir-cravate rouge du Lead SRE dit à l'organisation : cet homme ou cette femme est un commandant technique. Si ce commandant n'a pas le dernier mot sur les décisions techniques, le costume est un signe vide — il signale une autorité qui n'existe pas. La Primauté Technique est la condition qui donne au costume sa substance. Sans elle, on habille un conseiller. Avec elle, on reconnaît un commandant.

◆ LES COMPAGNONS DU NUMÉRIQUE — LE GRADE SANS POUVOIR EST HONORIFIQUE

Le grade de Maître Compagnon SRE n'a de sens que si le niveau de maître donne effectivement le dernier mot sur les décisions techniques dans son organisation. Si le Maître Compagnon SRE est systématiquement contredit par un management non-technique, son grade est honorifique — il récompense un savoir qui n'a pas de pouvoir. La Primauté Technique est la condition qui transforme le grade en autorité réelle.

◆ LA SYNTEC ÉLASTIQUE — LA PROTECTION SANS DÉCISION EST VIDE

La Syntec élastique protège les droits du corps infrastructure — salaires, astreintes, formation. Mais un corps protégé qui n'a pas le dernier mot sur son domaine d'expertise est un corps rémunéré pour exécuter des décisions qu'il n'a pas prises. La Primauté Technique est la couche qui complète la protection — elle protège non seulement le salaire et les conditions, mais le droit de décider.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · LA MISE EN ŒUVRE — COMMENT L'INSTITUER

QUATRE MÉCANISMES CONCRETS

◆ MÉCANISME 1 — LA CLAUSE DE PRIMAUTÉ DANS LE CONTRAT

Le contrat du Principal SRE inclut une clause explicite de Primauté Technique — définissant son périmètre de décision autonome, son droit de veto documenté, et la procédure d'escalade formelle quand le management souhaite passer outre. Cette clause ne donne pas au Principal SRE un pouvoir absolu — elle délimite clairement les responsabilités. Elle protège les deux parties.

◆ MÉCANISME 2 — LE VETO DOCUMENTÉ

Quand le Principal SRE s'oppose à une décision technique, son opposition est formelle et écrite. Le document de veto précise : la décision contestée, les risques techniques identifiés, l'estimation de la dette créée ou de l'incident probable, et la recommandation alternative. Ce document est conservé. Si le management décide de passer outre, il signe le document — il prend formellement la responsabilité du risque. Ce mécanisme protège le Principal SRE de la responsabilité d'incidents qu'il n'a pas causés, et protège le management contre des décisions non documentées.

◆ MÉCANISME 3 — LA PRÉSENCE AU CODIR

Le Principal SRE est présent dans tous les comités où des décisions ayant un impact sur l'infrastructure sont prises — pas comme invité ponctuel, comme membre permanent avec voix délibérative sur les sujets techniques. Cette présence est structurelle, pas circonstancielle. Elle garantit que les arbitrages se font avec l'information technique correcte, pas après coup.

◆ MÉCANISME 4 — L'ESCALADE FORMELLE

Quand le management souhaite passer outre le veto du Principal SRE, une procédure d'escalade formelle s'enclenche : consultation d'un tiers technique externe (architecte solution, cabinet d'audit infrastructure), réunion formelle avec documentation des arguments des deux parties, décision finale signée par le niveau managérial approprié avec mention explicite de la prise de risque. Cette procédure n'est pas un obstacle — c'est une garantie que la décision est prise en connaissance de cause.

RATIO

◆◆◆

Le Principal SRE n'est pas infaillible.
Mais il est le seul à mesurer ce qu'il décide.
Lui donner le dernier mot, c'est donner à l'organisation
la meilleure chance de ne pas regretter ses décisions techniques.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LE CPF MAL UTILISÉ

Droits dormants, Socle du Fer, IDPE permanent

Proposition d'architecture de financement

RATIO

◆ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude s'inscrit dans le corpus Opération Dindon, après "Le Bleu — Ce que le diplôme ne mesure pas". Elle traite du financement de la formation infrastructure et de la reconnaissance des compétences non formelles. Elle formule une proposition concrète articulant trois mécanismes existants — le CPF mutualisé, France Travail, et le financement VAE-IDPE via le décret 2025-663 — pour construire un accès complet et différencié selon les profils. Aucun nouveau mécanisme juridique n'est nécessaire. Les outils existent. Il manque la connexion.

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Ancien formateur

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

I

SECTION I · LE CONSTAT

DES MILLIARDS QUI DORMENT

Le Compte Personnel de Formation est alimenté à hauteur de 500 euros par an pour tout salarié, plafonné à 5 000 euros (8 000 euros pour les moins qualifiés). Des millions de comptes atteignent leur plafond sans jamais être mobilisés. Le titulaire ne sait pas que ces droits existent, ne trouve pas de formation pertinente dans le catalogue, ou conserve délibérément le solde pour une reconversion future qui ne vient pas. Le résultat est un stock de droits dormants considérable — des milliards d'euros immobilisés dans des comptes inactifs pendant que le secteur de l'infrastructure déplore une pénurie de profils formés.

Ce paradoxe est structurel. Le CPF a été conçu pour financer la formation professionnelle continue. Il finance en pratique, massivement, des formations courtes de faible valeur ajoutée pour l'infrastructure — permis de conduire, TOSA, certifications bureautiques — pendant que les formations longues sur métal nu, celles qui forment de vrais techniciens système et réseau, restent hors de portée financière pour les profils qui en ont le plus besoin.

◆ LE PROBLÈME N'EST PAS LA SOMME DISPONIBLE — C'EST L'ARCHITECTURE

5 000 euros sur un compte CPF suffisent à financer une large part d'une formation infrastructure de qualité. Le Socle du Fer — 26 semaines, 910 heures — est du même ordre de coût que les formations financées par France Travail dans les années 2000-2015. Le problème n'est pas l'argent. C'est que l'argent ne trouve pas le chemin vers la bonne formation, pour le bon profil, au bon moment.

◆ NASSIHA — PRÉCISION SUR LES DROITS DORMANTS

Les comptes CPF dormants se répartissent en trois catégories aux motivations distinctes : ignorance de l'existence des droits, absence de formation pertinente dans le catalogue, et épargne délibérée pour un projet futur. La troisième catégorie ne doit pas être mobilisée sans consentement actif. Tout mécanisme de mutualisation doit être opt-in explicite — jamais automatique.

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · POURQUOI LE TRANSFERT DIRECT EST IMPOSSIBLE

LA LEÇON DE LA FRAUDE 2019-2022

La proposition intuitive est la plus simple : permettre aux titulaires de CPF dormants de transférer leurs droits à un collègue, un proche, ou un candidat à la formation qui en aurait besoin. Cette proposition est juridiquement interdite — et la raison de cette interdiction est documentée par un épisode récent.

Entre 2019 et 2022, la fraude au CPF a représenté plusieurs centaines de millions d'euros de préjudice pour la Caisse des Dépôts. Des réseaux de démarchage téléphonique usurpaient les comptes de titulaires qui ne savaient pas que leurs droits avaient été mobilisés. Des formations fantômes étaient facturées et encaissées sans qu'aucune heure de formation n'ait été dispensée. Le mécanisme de fraude reposait précisément sur la faible friction du système : moins il y a de vérification, plus il est facile de détourner les fonds.

◆ CE QUE LE TRANSFERT LIBRE PRODUIRAIT

Un mécanisme de transfert libre entre personnes physiques crée instantanément un marché secondaire de droits CPF. Des intermédiaires achètent les droits de titulaires qui ne s'en servent pas, revendent l'accès à des organismes qui facturent des formations non dispensées. La logique est la même que celle de la fraude 2019-2022 — le transfert libre est son vecteur naturel.

◆ LA BONNE RÉPONSE : LA MUTUALISATION CONTRÔLÉE

Le transfert direct est le mauvais mécanisme. La mutualisation contrôlée est la bonne. Un titulaire qui décide, de façon explicite et volontaire, d'abonder un fonds paritaire dédié à des formations spécifiques — l'infrastructure, le système & réseau, les métiers en tension — transfère ses droits non pas à une personne mais à un mécanisme géré par un organisme accrédité. C'est l'opt-in collectif, pas le transfert individuel. La friction minimale reste — elle change simplement de forme : non plus administrative pour le candidat, mais de consentement explicite pour le donateur.

◆ NASSIHA — CE QUE LA SIMPLIFICATION NE DOIT PAS SIGNIFIER

Simplifier l'accès à la formation ne signifie pas supprimer toute friction. Une confirmation active du bénéficiaire reste nécessaire — c'est le moment où il valide son projet et son engagement. La lourdeur à supprimer est la lourdeur administrative du dossier, pas la responsabilisation du candidat. Un accès entièrement frictionless est une fraude en attente d'exécution.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · TROIS POPULATIONS, TROIS MÉCANISMES

UNE ARCHITECTURE DIFFÉRENCIÉE PAR PROFIL

L'erreur de conception la plus fréquente dans les propositions de réforme du financement de la formation est de traiter tous les profils avec le même mécanisme. Les besoins de financement du demandeur d'emploi, du salarié en poste et de l'autodidacte en reconversion sont structurellement différents. Leur réponse doit l'être aussi.

◆ POPULATION 1 — LE DEMANDEUR D'EMPLOI ET LE RECONVERTISSANT

MÉCANISME : France Travail — Actions de Formation Conventionnées (AFC) et Préparations Opérationnelles à l'Emploi (POE).

STATUT : existant, éprouvé, à réactiver. Le Socle du Fer dans sa version historique était financé par Pôle Emploi selon exactement ce modèle. Un organisme de formation agréé Qualiopi portant le Socle du Fer peut conventionner directement avec France Travail. Pas de CPF nécessaire — pas de droits à avoir. C'est France Travail qui finance directement l'organisme.

AVANTAGE : couvre précisément les profils qui n'ont pas ou peu de droits CPF — le Bleu en reconversion, le demandeur d'emploi junior, le stagiaire sans contrat stable.

◆ POPULATION 2 — LE SALARIÉ EN POSTE AVEC DROITS CPF DORMANTS

MÉCANISME : fonds opt-in de mutualisation CPF paritaire, dédié aux formations en tension (infrastructure, système & réseau).

STATUT : à créer, par accord de branche ou initiative paritaire. Un titulaire décide volontairement d'abonder le fonds. Les droits sont redistribués par l'organisme paritaire vers des formations éligibles, pour des bénéficiaires identifiés par France Travail ou les OPCO.

AVANTAGE : mobilise le stock dormant sans le vider anarchiquement — chaque abondement est un acte volontaire, chaque redistribution est tracée.

◆ POPULATION 3 — L'ALTERNANT ET LE PROFESSIONNEL EN MONTÉE EN COMPÉTENCES

MÉCANISME : contrat de professionnalisation + OPCO de branche pour l'alternant ; CPF direct + abondement employeur pour le salarié qui monte en compétences.

STATUT : existant. Ces mécanismes fonctionnent déjà. Le Socle du Fer doit être positionné comme formation éligible dans les catalogues OPCO des branches concernées (numérique, télécommunications, industrie).

◆ NASSIHA — LE CPF N'EST PAS LA RÉPONSE UNIVERSELLE

La proposition ne consiste pas à "tout faire passer par le CPF". Elle consiste à identifier le bon mécanisme pour chaque profil. France Travail pour les sans-emploi, CPF mutualisé pour les salariés qui abondent volontairement, OPCO pour les alternants. Le CPF est un outil parmi trois — pas la solution unique.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA DÉCOUVERTE CLEF

L'IDPE EST FINANÇABLE PAR CPF DEPUIS AOÛT 2025

L'étude précédente de ce corpus — "Le Bleu" — formulait la proposition d'un IDPE permanent accessible en sessions continues dans les écoles CTI. Elle identifiait également que l'IDPE n'était pas directement éligible au CPF. Une recherche approfondie révèle que la situation a évolué significativement depuis août 2025, et qu'un chemin de financement CPF existe déjà pour l'IDPE — via la VAE.

◆ LE DÉCRET 2025-663 DU 18 JUILLET 2025 : LE CHAÎNON MANQUANT

Le décret n°2025-663, entré en vigueur le 1er août 2025, a étendu le financement CPF à l'intégralité du parcours de VAE — y compris les frais d'accompagnement, de préparation du dossier de validation, et les frais de jury. Avant ce décret, le CPF ne couvrait que partiellement l'accompagnement. Depuis le 1er août 2025, un candidat à l'IDPE par voie de VAE peut financer l'ensemble de son parcours via son CPF, sous réserve que l'organisme accompagnateur soit référencé sur Mon Compte Formation et certifié Qualiopi pour la catégorie VAE.

◆ LE CHEMIN COMPLET IDPE VIA VAE + CPF

Étape 1 : Le candidat justifie de 5 ans d'expérience dans des fonctions d'ingénieur (sans diplôme d'ingénieur).

Étape 2 : Il engage un parcours VAE vers l'IDPE, accompagné par un organisme référencé sur Mon Compte Formation.

Étape 3 : Il mobilise son CPF pour financer l'accompagnement et les frais de jury (décret 2025-663).

Étape 4 : L'école CTI instruit le dossier et convoque le jury.

Étape 5 : Le jury statue — en cas de succès, le ministère délivre le titre d'ingénieur diplômé par l'État.

Coût non couvert par le CPF : les frais d'examen de recevabilité initiale (frais administratifs de l'école, variables) et le passage devant le jury seul sans accompagnement. Ces frais restent à la charge du candidat ou peuvent être pris en charge par l'employeur ou l'OPCO.

◆ LE DERNIER VERROU : L'IDPE N'EST PAS SUR FRANCE VAE

Le portail France VAE, créé pour centraliser les démarches, n'intègre pas encore l'IDPE dans son catalogue. La raison est technique et administrative : l'IDPE est un titre d'État délivré par le ministère de l'Enseignement Supérieur, hors RNCP classique. Un candidat qui cherche l'IDPE sur France VAE ne le trouve pas — il doit passer par Mon Compte Formation directement, ce qui suppose de savoir que cette voie existe. Ce n'est pas un verrou juridique. C'est un verrou de visibilité.

RAITIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE SOCLE DU FER ET LE CPF

LE CHEMIN VERS L'ÉLIGIBILITÉ

Pour que le CPF finance directement le Socle du Fer comme formation initiale — pas comme VAE — la formation doit être adossée à une certification inscrite au RNCP ou au Répertoire Spécifique de France Compétences. C'est un processus long (12 à 24 mois), rigoureux, et coûteux. Il ne s'improvise pas.

Mais il existe une voie plus immédiate que l'attente de l'enregistrement RNCP : le Socle du Fer peut être positionné comme formation préparatoire à une certification existante déjà inscrite au RNCP. Plusieurs certifications de niveau 5 ou 6 en administration systèmes et réseaux sont déjà enregistrées. Un organisme portant le Socle du Fer peut adosser sa formation à l'une de ces certifications existantes et accéder immédiatement au financement CPF — sans attendre un nouveau RNCP.

◆ TROIS VOIES D'ACCÈS AU FINANCEMENT CPF POUR LE SOCLE DU FER

Voie 1 — Adossement à une certification RNCP existante : la formation prépare à une certification déjà enregistrée (titre professionnel Administrateur Systèmes, BTS SIO, ou équivalent niveau 5-6). Éligibilité CPF immédiate. Délai : quelques semaines pour le référencement sur Mon Compte Formation.

Voie 2 — Enregistrement RNCP propre : le Socle du Fer devient lui-même une certification RNCP. Délai : 12 à 24 mois, coût de constitution du dossier et de passage en commission France Compétences. Indépendance complète mais investissement initial significatif.

Voie 3 — France Travail (AFC/POE) : sans RNCP, applicable immédiatement pour les demandeurs d'emploi via conventionnement direct avec France Travail. C'est la voie historique — elle reste la plus rapide pour les profils les moins dotés en CPF.

◆ LA RECOMMANDATION : COMMENCER PAR LA VOIE 1 ET LA VOIE 3 EN PARALLÈLE

La Voie 1 (adossement RNCP existant) permet un accès CPF immédiat pour les salariés. La Voie 3 (France Travail) permet un accès immédiat pour les demandeurs d'emploi. Ces deux voies couvrent l'essentiel des profils cibles du Socle du Fer dès l'ouverture de la formation. La Voie 2 (RNCP propre) est l'objectif à 24 mois — elle confère l'autonomie complète et la visibilité maximale sur Mon Compte Formation.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PROPOSITION COMPLÈTE

QUATRE MESURES, ZÉRO NOUVEAU MÉCANISME

L'ensemble de la proposition repose sur des mécanismes juridiques et institutionnels qui existent. Aucune loi nouvelle n'est nécessaire. Quatre mesures d'application suffisent.

◆ MESURE 1 — INTÉGRER L'IDPE DANS LE PORTAIL FRANCE VAE

Une instruction de la DGESIP (Direction Générale de l'Enseignement Supérieur) suffit à référencer l'IDPE sur le portail France VAE. Cette mesure rend le chemin CPF→VAE→IDPE visible et accessible sans que le candidat ait à le découvrir par lui-même. C'est deux lignes dans une circulaire ministérielle. Elle connecte un mécanisme de financement existant (CPF, décret 2025-663) à un titre existant (IDPE) via un portail existant (France VAE).

◆ MESURE 2 — RENDRE L'IDPE PERMANENT PAR SESSIONS CONTINUES CTI

Supprimer la contrainte du calendrier annuel du Journal Officiel et autoriser les écoles CTI habilitées à instruire les dossiers IDPE toute l'année, par session continue. Même processus, même jury, même exigence. Cette mesure est indissociable de la Mesure 1 : un IDPE visible sur France VAE mais accessible seulement une fois par an reste inutilisable en pratique.

◆ MESURE 3 — CRÉER UN FONDS OPT-IN DE MUTUALISATION CPF POUR L'INFRASTRUCTURE

Par accord de branche dans les secteurs du numérique et des télécommunications, créer un fonds alimenté par les abondements volontaires de titulaires CPF dont les droits sont dormants. Ce fonds finance exclusivement des formations en tension identifiées par les branches — infrastructure, système & réseau, SRE. Il est géré par un organisme paritaire accrédité, avec traçabilité complète des flux.

◆ MESURE 4 — CONVENTIONNER LE SOCLE DU FER AVEC FRANCE TRAVAIL

Un organisme portant le Socle du Fer obtient l'agrément Qualiopi et signe une convention AFC avec France Travail. Le financement des demandeurs d'emploi et reconvertissants est assuré sans CPF. C'est la voie historique — elle a fonctionné pendant quinze ans. Elle n'a pas besoin d'être réinventée, elle a besoin d'être réactivée.

RATIO

◆◆◆

L'argent est là. Les mécanismes sont là. Le titre est là. Il manque la connexion entre eux — et cette connexion tient en quatre mesures d'application, pas en une réforme législative.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE IX

SOLUTIONS : SORTIR DU CLOUD

13 pièces

HUMAN

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

LA SORTIE DOUCE

Proposition de Conversion sans Rupture

Pour les DevOps, les Architectes Cloud et les Organisations en Transition

◆ LA POSTURE DE CETTE ÉTUDE

Cette étude ne dit pas "vous avez eu tort". Elle dit "voici ce qui manque et comment l'ajouter". Le corpus Opération Dindon a diagnostiqué les problèmes — la Boucle Infrationnelle, la Dette Invisible, le Départ du Dernier Qui Sait. Cette étude propose des chemins de sortie avec les outils disponibles aujourd'hui. La nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra proposée dans "Le Ticket et le Talent" n'est pas un référentiel adopté — c'est une proposition pragmatique. Un plan de sortie de la perdition, pas un état des lieux. Elle ouvre aussi une porte que personne n'a encore nommée : celle de l'arrivée des femmes dans le corps infrastructure.

HUMAN

STATUT	APPROCHE	WATERMARK
PROPOSITION CORPUS	**OUTILS D'AUJOURD'HUI**	**HUMAN**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · CE N'EST PAS UNE FAUTE — C'EST UNE LACUNE

LA VAGUE DEVOPS ÉTAIT UNE RÉPONSE RÉELLE À UN BESOIN RÉEL

Les personnes qui portent le titre DevOps aujourd'hui ne sont pas les ennemies du corps infrastructure. Beaucoup ont été mal orientées, mal formées, mal nommées — pas par mauvaise volonté, mais parce que le marché a appelé n'importe quoi "DevOps" pendant dix ans. Elles ont les bases. Il manque une couche — pas toute la compétence. La sortie douce ne dit pas "vous avez eu tort" — elle dit "voici ce qui manque et comment l'ajouter, avec ce qui existe aujourd'hui".

◆ CE QUE LA VAGUE DEVOPS A APPORTÉ DE RÉEL — LES ACTIFS À PRÉSERVER

Trois choses réelles et précieuses : collaboration entre développeurs et opérateurs, automatisation des déploiements (IaC, CI/CD), culture de la mesure (monitoring, alerting, SLO, post-mortem). Ce sont des actifs. La sortie douce les ancre dans une réalité physique qui leur manquait — elle ne les efface pas.

Le problème n'est pas que les DevOps existent. C'est que le titre a progressivement remplacé les titres techniques précis sans en transmettre les compétences fondamentales : le hardware, le réseau physique, la couche OSI bas niveau, le stockage, le bare-metal. Des compétences en hauteur, fragiles en profondeur.

◆ LA NOMENCLATURE — UNE PROPOSITION, PAS UN FAIT ACCOMPLI

La nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra proposée dans "Le Ticket et le Talent" n'est pas un référentiel adopté par une branche professionnelle ou un organisme. C'est une proposition du corpus Opération Dindon — un plan de sortie de la perdition, documenté, argumenté, opérationnel. Elle propose six niveaux, trois catégories, des critères de compétence définis. Elle n'existe que si des organisations décident de l'adopter. Cette étude propose les outils pour que cette adoption soit possible — progressivement, sans rupture sociale.

◆ LES TROIS POPULATIONS QUI ONT BESOIN D'UNE SORTIE

Les DevOps "orphelins" : compétences réelles, titre qui ne les sert plus. Ils sentent la lacune — ils ne savent pas comment la combler sans recommencer de zéro.

Les architectes cloud sans racines : légitimité sur les certifications cloud, fragilité sur ce qui est en dessous. Ils veulent ancrer — pas tout refaire.

Les organisations en transition : équipes construites sur la vague DevOps, problèmes du corpus qui se matérialisent. Ils veulent reconstruire sans rupture sociale ni aveu public d'erreur.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · LA CARTE DE CONVERSION PROPOSÉE

SI LA NOMENCLATURE ÉTAIT ADOPTÉE — CE QUE CHAQUE DEVOPS GAGNERAIT

Si une organisation décidait d'adopter la nomenclature proposée dans "Le Ticket et le Talent", voici comment la conversion pourrait se faire — sans déclassement, sans rupture, avec valorisation des compétences existantes. Ce tableau est une proposition de lecture, pas une décision déjà prise.

TITRE ACTUEL	TITRE PROPOSÉ	LACUNE · SOLUTION DISPONIBLE AUJOURD'HUI
DevOps Junior / Ops Junior	**SysOps N2 / N3** (proposé)	Hardware, réseau physique, stockage · Socle du Fer modules 1-12 · LFCA Linux Foundation (395€)
DevOps Senior / Platform Engineer	**SysOps / NetOps N4** (proposé)	OSI physique, routing avancé, bare-metal · LFCS (395€) + shadowing Principal SRE
DevOps Lead / SRE Lead	**Lead SysOps N5** (proposé)	Incident majeur bare-metal, architecture multi-site · CKA CNCF (395€) + rotation 6 mois
Architecte Cloud / Solutions Architect	**Principal SRE N6** (proposé)	Substrat physique, Primauté Technique · Journée d'observation + Socle du Fer 1-8 + mentoring
DevOps Coach / Agile Coach Infra	**SRE Senior Transmetteur** (proposé)	Mentoring formalisé · Formation de formateurs · Réseau de pairs SRE actif

◆ **POURQUOI "PROPOSÉ" EST ESSENTIEL — LE CORPUS N'EST PAS UN DÉCRET**

La nomenclature n'existe que si des organisations choisissent de l'adopter. Ce choix est pragmatique, pas idéologique. Une organisation qui adopte cette nomenclature se donne un outil de gestion des compétences plus précis que "DevOps" — pas plus. La sortie douce commence par une décision interne, sans attendre une convention collective ou un décret de branche.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES CERTIFICATIONS NEUTRES ET LE SOCLE DU FER

CE QUI EXISTE AUJOURD'HUI — SANS ATTENDRE AUCUNE INSTITUTION NOUVELLE

Quelle que soit la décision sur la nomenclature, les outils de formation existent aujourd'hui. Ils ne requièrent ni convention collective, ni accord de branche, ni institution nouvelle. Ils requièrent une décision RH et un budget de formation — disponibles dans toute organisation qui utilise un CPF.

◆ LES CERTIFICATIONS NEUTRES — DISPONIBLES, PORTABLES, MOINS CHÈRES

Linux Foundation : LFCA (entrée, 395€), LFCS (administrateur système, 395€), LFCE (ingénieur), CKA (Kubernetes administrator, 395€), CKAD, CKS (sécurité). Examen pratique en ligne — pas de QCM. La compétence est réelle ou l'examen échoue. Éligibles au CPF. Moins chères que les certifications AWS (300-800€ pour les équivalents AWS).

HashiCorp : Terraform Associate, Vault Associate. Outils neutres, multi-cloud, indispensables pour l'IaC portable — pas liés à un hyperscaler.

CNCF : certifications cloud-native neutres, basées sur les standards open source. Aucun vendor lock-in.

Ces certifications produisent des compétences transférables d'un environnement à l'autre — exactement ce que "Le CPF Mal Utilisé" appelle à financer au lieu des certifications cloud hyperscaler qui renforcent le lock-in.

◆ LE SOCLE DU FER — PROGRAMME DE RECONSTRUCTION STRUCTURÉE

Le Socle du Fer est une proposition de programme de formation du corpus (26 semaines, de l'électricité à Kubernetes). Il n'est pas non plus un programme institutionnel existant — c'est un plan pédagogique proposé, qui peut être mis en œuvre par n'importe quel formateur ou organisme de formation. Pour le DevOps en conversion, le parcours n'est pas linéaire mais ciblé :

Modules 1-6 (Électricité, Hardware, Serveur physique) : couche physique obligatoire pour tous les niveaux. C'est ce qui manque à 90% des DevOps formés uniquement en cloud.

Modules 7-12 (Linux fondamental, Stockage, Virtualisation) : approfondissement de ce que le DevOps a souvent en surface seulement.

Modules 13-20 (Réseau OSI physique, Routing, Active Directory) : le vrai différenciateur entre un DevOps et un SysOps/NetOps N4.

Modules 21-26 (Sécurité réseau, Architecture, Kubernetes bare-metal) : niveau N5-N6.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

SECTION 4 · LA ROTATION ENCADRÉE ET LE MENTORING — DISPONIBLES AUJOURD'HUI

SIX MOIS AUX CÔTÉS D'UN PRINCIPAL SRE — CE QU'AUCUN COURS NE REMPLACE

La formation théorique donne la structure. Le contact avec la machine et avec celui qui la maîtrise donne la chair. Ce mécanisme n'a besoin d'aucune institution nouvelle — il existe dans toute organisation qui a encore un Principal SRE senior. Il suffit de le formaliser : accord de mentorat écrit, objectifs définis, durée délimitée.

◆ LA JOURNÉE D'OBSERVATION — LE PREMIER PAS À COÛT ZÉRO

Documentée dans "Le Mentor et le Métal" : une journée sans évaluation, sans badge, sans PowerPoint. L'ingénieur en conversion observe. Il accompagne le Principal SRE lors des interventions de maintenance, d'un remplacement de composant, d'un incident si la chance s'y prête. Il mange avec l'équipe. Il voit physiquement ce que ses schémas d'architecture décrivent de l'extérieur.

Coût : une journée de travail du Principal SRE en mode accompagnement. Disponible dès demain. Sans budget exceptionnel. Sans institution.

◆ STRUCTURE DE LA ROTATION FORMALISÉE SUR 6 MOIS

Mois 1-2 — Observation immersive : accompagnement sans intervention. Documentation, questions, lecture des runbooks en situation réelle. Le Principal SRE explique ses décisions en temps réel.

Mois 3-4 — Pratique encadrée : interventions sous supervision directe. Câblage, configuration, diagnostic. Le "pourquoi" derrière chaque geste — le savoir tacite qui ne s'écrit pas mais se transmet.

Mois 5-6 — Autonomie surveillée : interventions autonomes sur systèmes non-critiques. Le Principal SRE est disponible mais pas présent.

Formalisation minimale : accord de mentorat d'une page — objectifs, durée, mode d'évaluation. Mentionné dans la fiche de poste des deux parties. Ce n'est pas une institution nouvelle : c'est un accord professionnel entre deux personnes, reconnu dans leurs responsabilités respectives.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LA NOMENCLATURE COMME PORTE D'ENTRÉE POUR LES FEMMES

UN CORPS SANS NOM N'A PAS DE PORTE VISIBLE — CE QUI EXCLUT LES FEMMES

Il y a un lien que personne n'a encore documenté explicitement : la nomenclature claire est une condition nécessaire à l'entrée des femmes dans le corps infrastructure. Pas suffisante — mais nécessaire. "L'Amputation Invisible" a documenté que les femmes représentent 10% du corps infrastructure là où il en faudrait 50. Cette étude pose la question du mécanisme : pourquoi si peu ? Et comment la nomenclature proposée est une partie de la réponse.

◆ LE FLOU COMME MÉCANISME D'EXCLUSION INVOLONTAIRE

Une femme qui regarde le marché du travail infrastructure aujourd'hui voit : "DevOps", "SRE", "Cloud Engineer", "Platform Engineer", "DevSecOps", "Site Reliability", "Infrastructure Engineer" — des titres flous, sans trajectoire claire, sans grille de progression lisible, sans signal objectif sur ce qu'on attend à chaque niveau.

Ce flou décourage les profils qui n'ont pas de réseau pour le décoder. Les femmes, statistiquement moins présentes dans les réseaux informels de l'infrastructure (les soirées tech, les conférences, les canaux Slack non-mixtes), subissent ce décodage plus durement que les hommes qui peuvent y accéder par leurs pairs. Le flou n'est pas volontairement sexiste — mais il produit une exclusion réelle.

◆ LA NOMENCLATURE PROPOSÉE COMME PORTE LISIBLE

Une nomenclature claire dit à la femme qui regarde de l'extérieur : voilà le chemin, voilà les critères objectifs à chaque niveau, voilà où l'on peut aller. Pas de décodage via un réseau informel. Pas de "tu dois connaître quelqu'un qui connaît quelqu'un". Les critères sont publics, les niveaux sont lisibles, la progression est documentée.

La nomenclature proposée — si elle était adoptée par même quelques organisations — produirait immédiatement deux effets : des offres d'emploi avec des titres précis et des critères objectifs (qui attirent les profils sans réseau), et des grilles de progression visibles (qui permettent de se projeter sans avoir à demander à un pair). Ce sont les deux conditions minimales pour qu'une femme puisse envisager un chemin dans l'infrastructure sans avoir à deviner les règles implicites.

HUMAIN

◆ LA CHAÎNE CAUSALE — NOMENCLATURE → PORTE → FEMMES → CORPS COMPLET

Un corps nommé crée une porte visible. Une porte visible crée une entrée possible. Une entrée possible déclenche l'arrivée de celles qui attendaient un signal lisible. Le corps se complète. C'est le mécanisme inverse de l'Amputation Invisible — et il commence par un acte aussi simple qu'adopter une nomenclature dans une fiche de poste.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA SORTIE HONORABLE POUR LES ORGANISATIONS

RECONSTRUIRE SANS TOUT RASER — NI AVEU PUBLIC D'ERREUR

L'organisation qui a construit ses équipes sur la vague DevOps n'a pas fait une erreur — elle a fait un choix cohérent avec les informations disponibles à l'époque. La sortie honorable ne lui demande pas d'admettre une faute publique. Elle lui propose un plan de transition progressif, avec les outils qui existent aujourd'hui.

◆ LE PLAN DE TRANSITION EN QUATRE PHASES

Phase 1 — Diagnostic interne (mois 1-2) : cartographier les compétences réelles de chaque membre avec la nomenclature proposée comme grille de lecture. Outil : entretien structuré entre le Principal SRE et chaque ingénieur. Résultat : carte de lacunes et plan de formation individuel. Coût : le temps du Principal SRE. Budget : zéro.

Phase 2 — Formation ciblée (mois 3-9) : Socle du Fer modules ciblés + certifications Linux Foundation selon le niveau visé. Budget : 1 200 à 2 400€ par personne selon les modules. Le CPF peut financer les certifications Linux Foundation — elles sont éligibles. Moins cher qu'une certification AWS. Pas besoin de budget exceptionnel.

Phase 3 — Renommage progressif (mois 6-12) : si l'organisation décide d'adopter la nomenclature proposée, mise à jour des fiches de poste. Sans licenciement. Avec valorisation salariale. Le renommage suit la formation — pas l'inverse. Chaque titre changé est une porte ouverte vers des profils qui ne pouvaient pas se projeter dans "DevOps".

Phase 4 — Consolidation (mois 12-18) : clause de Primauté Technique dans le contrat du Principal SRE, mentoring formalisé dans les fiches de poste des seniors, offres d'emploi avec titres de la nomenclature proposée. La nomenclature devient une réalité interne — sans attendre qu'elle soit une norme externe.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · L'AMBASSADEUR ET LA PORTE — CE QUI DÉCLENCHE LE MOUVEMENT

DEUX SIGNAUX QUI CRÉENT LE MOUVEMENT — L'EXEMPLE ET LA LISIBILITÉ

Le corpus n'a pas besoin que tout le monde soit convaincu. Il a besoin de deux choses simultanées : un ambassadeur qui a fait le chemin et le raconte, et une porte lisible pour celles et ceux qui veulent entrer. La nomenclature proposée crée la porte. L'ambassadeur crée le désir de la franchir.

◆ L'AMBASSADEUR — CELUI QUI A FAIT LE CHEMIN

Le DevOps qui a fait six mois de rotation encadrée, passé le LFCS, changé son titre en Lead SysOps dans sa fiche de poste, est le meilleur ambassadeur de la proposition. "L'Uniforme du Corps" a documenté la chaîne du regard : celui qui a changé de niveau donne une raison concrète aux autres de faire le chemin. L'ambassadeur ne convainc pas par l'argument théorique — il convainc par l'exemple visible et la preuve que le chemin existe et mène quelque part.

Ce témoignage concret : "J'étais DevOps depuis huit ans. Six mois de rotation encadrée avec notre Principal SRE m'ont montré que je ne comprenais pas ce que je déployais. J'ai passé le LFCS. Mon titre a changé. Mon salaire a été révisé. Et ma légitimité dans les arbitrages techniques est maintenant reconnue." Ce témoignage vaut plus que dix études.

◆ LA PORTE — CE QUE LA NOMENCLATURE CRÉE POUR LES FEMMES

Quand une organisation publie une offre d'emploi "SysOps N3 — critères : LFCS ou équivalent, 2 ans d'expérience système Linux, connaissance des couches réseau OSI 1-4" — cette offre est lisible par une femme qui n'a pas de réseau pour décoder "DevOps sénior avec 3 à 5 ans d'XP et stacktrace full-cloud". Les critères objectifs remplacent le décodage implicite. La porte est ouverte — pas seulement dessinée sur un mur.

C'est le mécanisme inverse de l'Amputation Invisible. Pas une déclaration d'intention sur la diversité. Pas un quota. Une nomenclature claire, des critères objectifs, des offres lisibles. Le corps se complète parce que la porte existe — pas parce qu'on a décidé d'y faire entrer des femmes de force.

◆◆◆

La sortie douce ne dit pas : vous avez eu tort.
Elle dit : voici ce qui manque — avec les outils d'aujourd'hui.
Elle dit : voici la porte — elle est ouverte pour tout le monde.
Viens.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTUDE STRUCTURELLE · OPÉRATION DINDON · JUIN 2026

L'EXODUS ACCOMPAGNÉ

L'Infogérance comme Porte de Sortie du Cloud Hyperscaler

Migration · Transmission · Souveraineté Progressive

◆ **LA PIÈCE MANQUANTE DU CORPUS**

Le corpus Opération Dindon a documenté le problème (lock-in, perte de bare-metal), les causes (capture cognitive, boucle infrationnelle), et les outils (Interface Souveraine, Sortie Douce). Il manquait la porte d'entrée opérationnelle pour les organisations qui veulent agir maintenant mais n'ont plus personne qui sait gérer du bare-metal. L'infogérance est cette porte. Elle ne donne pas la souveraineté immédiatement — elle crée les conditions pour qu'elle soit possible, en accompagnant l'organisation pendant tout le chemin de l'exodus.

Note : *les éléments opérationnels de cette étude s'appuient sur l'expérience vécue d'Amine RAITI lors de son passage chez Ecritel, cité ici à titre d'exemple concret et non de publicité. Le fonctionnement peut différer selon les infogéreurs.*

SPECTRE	CONCEPT	WATERMARK
HOUSING → TOTALE	**EXODUS ACCOMPAGNÉ**	**HUMAN**

AMINE RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE PROBLÈME QUE L'INFOGÉRANCE RÉSOUT

L'ORGANISATION VEUT SORTIR DU CLOUD · ELLE N'A PLUS PERSONNE QUI SAIT GÉRER DU BARE-METAL

Le corpus a documenté "La Sortie Douce" comme principe architectural — convertir progressivement sans rupture. Il a documenté "L'Interface Souveraine" comme outil technique — découpler le code du dialecte hyperscaler. Ces deux études répondent à "comment" sortir. Elles ne répondent pas à "avec qui" pour les organisations qui n'ont plus les compétences internes pour le faire.

◆ LE PROFIL TYPE DE L'ORGANISATION BLOQUÉE

Elle a migré vers le cloud il y a 5-8 ans. Elle a licencié ou perdu ses ingénieurs systèmes, ses administrateurs réseau, ses DBA. Elle a une équipe DevOps compétente sur AWS ou GCP — mais sans aucune culture bare-metal. Elle paie des egress fees croissants. Elle a lu les CGV et découvert la juridiction californienne. Elle veut sortir.

Elle ne peut pas. Pas seule. Ses DevOps savent déployer sur EKS. Ils ne savent pas configurer un switch physique, dimensionner un plan d'adressage IP, choisir une baie de stockage, installer un hyperviseur, configurer le monitoring bare-metal. La compétence a disparu avec les ingénieurs qui partaient. C'est "Le Départ du Dernier Qui Sait" appliqué à l'échelle organisationnelle.

◆ CE QUE L'INFOGÉRANCE APPORTE QUE LES ÉTUDES DU CORPUS N'APPORTAIENT PAS

L'Interface Souveraine est une architecture. Elle ne s'implémente pas seule — il faut des ingénieurs pour l'écrire.

La Sortie Douce est un principe. Elle ne s'exécute pas seule — il faut des ingénieurs pour migrer.

Le Socle du Fer est une formation. Elle prend 6 à 26 semaines — et l'organisation n'a pas 26 semaines de runway avant sa prochaine facture AWS.

L'infogéreur est l'ingénieur qui manque. Il a la compétence bare-metal que l'organisation a abandonnée. Il connaît le chemin de migration parce qu'il l'a fait des dizaines de fois. Et — différence fondamentale avec un hyperscaler — son modèle économique n'est pas de créer une nouvelle dépendance mais de rendre l'organisation capable.

◆ NASSIHA — L'INFOGÉRANCE N'EST PAS UN NOUVEAU LOCK-IN

La différence entre un infogéreur souverain et un hyperscaler : le contrat d'infogérance peut être résilié avec un préavis raisonnable (3-6 mois en général). Il n'y a pas de commits "noncancellable". Il n'y a pas de juridiction californienne. Il n'y a pas d'egress fees. Et si le contrat est bien rédigé, la documentation et le savoir transmis restent chez le client à la fin.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

HOUSING · INFOGÉRANCE PARTIELLE · INFOGÉRANCE TOTALE

NIVEAU 1 — HOUSING

Ce que le client apporte : ses propres racks, ses propres serveurs, ses propres compétences techniques complètes.

Ce que l'infogéreur apporte : le datacenter, l'électricité redondante, le refroidissement, la fibre optique, la sécurité physique, la supervision 24/7 du bâtiment.

Qui gère quoi : le client gère tout depuis ses propres équipes. L'infogéreur ne touche pas aux machines du client sauf sur demande explicite.

Profil : organisations qui ont encore des ingénieurs bare-metal mais pas de datacenter propre. La forme la plus souveraine — le client maîtrise tout sauf le bâtiment.

Risque : si les ingénieurs bare-metal partent, le client se retrouve avec du hardware qu'il ne peut plus gérer.

NIVEAU 2 — INFOGÉRANCE PARTIELLE

Ce que le client garde : la maîtrise de l'applicatif, des bases de données, du réseau logique, des déploiements. La couche haute de la stack.

Ce que l'infogéreur gère : le hardware, l'OS, la virtualisation, le réseau physique, le monitoring bas-niveau, les backups, les mises à jour de sécurité.

Profil : organisations avec des DevOps ou des développeurs, mais sans administrateurs systèmes ni ingénieurs réseau physique. Le modèle le plus courant après une migration cloud.

Valeur ajoutée : le client monte en compétence progressivement sur les couches basses, avec les équipes de l'infogéreur disponibles pour expliquer et former.

NIVEAU 3 — INFOGÉRANCE TOTALE

Ce que le client garde : la définition des besoins, la validation des SLA, la surveillance des tableaux de bord, les décisions métier. La vision — pas l'exécution.

Ce que l'infogéreur gère : tout, de A à Z. Hardware, réseau, OS, middleware, monitoring, backups, sécurité, mise à jour, exploitation quotidienne.

Profil : organisations qui n'ont que des profils métier ou des DevOps cloud-natifs sans aucune culture d'exploitation. Point de départ de l'Exodus Accompagné.

Objectif : l'infogérance totale n'est pas une destination — c'est une phase de transition. L'objectif est de migrer progressivement vers une infogérance partielle ou un housing au fur et à mesure que les équipes montent en compétence.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LE MODÈLE ECRITEL — LA MIGRATION DE A À Z EN VÉCU

CE QUI SE PASSE RÉELLEMENT QUAND UN INFOGÉREUR GAGNE UN CLIENT

Ce qui suit est basé sur l'expérience vécue chez Ecritel. Ce n'est pas de la publicité — c'est un exemple concret. Le fonctionnement peut différer selon les infogéreurs, mais les grandes étapes sont structurellement similaires.

◆ ÉTAPE 1 — LA RÉUNION DE DÉMARRAGE TRIPARTITE

Dès la signature du contrat, une réunion réunit trois parties : les équipes Ecritel (chef de projet migration + ingénieurs systèmes), les équipes de l'ancien hébergeur, et les équipes du client. L'objectif n'est pas de critiquer l'existant — c'est de le comprendre précisément.

Deux scénarios pour l'accès à l'existant :

Scénario A — Export par l'ancien hébergeur : l'ancien hébergeur produit les exports de données (bases de données, systèmes de fichiers, configurations), les schémas réseau, les listes de services. Ecritel reçoit et travaille sur les exports.

Scénario B — Accès root direct : quand l'ancien hébergeur ne coopère pas ou quand le délai le requiert, les équipes Ecritel demandent l'accès root direct aux machines et réalisent elles-mêmes l'inventaire et les exports. Elles prennent la responsabilité opérationnelle des opérations réalisées sur l'infrastructure existante.

◆ ÉTAPE 2 — INVENTAIRE ET ÉTUDE DE L'EXISTANT

L'inventaire couvre tous les types d'OS (Linux distributions, Windows Server, BSD selon les cas), toutes les bases de données (MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQL Server, MongoDB, Redis — chaque moteur a ses procédures d'export et de migration spécifiques), les middlewares, les configurations réseau (VLAN, firewall rules, load balancers), les certificats, les crons, les scripts d'exploitation. Rien n'est supposé — tout est vérifié et documenté.

L'étude de l'existant produit la cartographie de dépendances — quels services dépendent de quels autres, dans quel ordre ils doivent être migrés pour ne pas casser la chaîne.

◆ ÉTAPE 3 — PLAN DE MIGRATION PHASÉ ET RÉUNIONS DE SUIVI

La migration ne se fait pas en une nuit. Elle est phasée selon les dépendances et les risques. Chaque phase a un planning, des critères de succès et une procédure de rollback. Des réunions de suivi sont organisées tout au long du projet — hebdomadaires pendant la migration active, bi-mensuelles pendant la stabilisation. Le client surveille l'avancement. Il teste le bon fonctionnement étape par étape. Il valide avant qu'on passe à la phase suivante. Cette validation n'est pas passive — c'est de la formation in situ.

◆ ÉTAPE 4 — DAT ET DOCUMENTATION D'INFRASTRUCTURE

À l'issue de la migration, les équipes Ecritel rédigent le Dossier d'Architecture Technique (DAT) — la photographie exhaustive de l'infrastructure mise en place : schémas réseau, configurations détaillées, procédures d'exploitation, procédures de backup et de restauration, contacts d'escalade. Ce document appartient au client. C'est le premier Runbook de la nouvelle infrastructure. Et selon le type de contrat, des COPIL (Comités de Pilotage) sont organisés — chez Ecritel ou chez le client — pour présenter les SLA, les indicateurs de performance, les incidents du mois, les évolutions prévues.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

L'INFOGÉREUR N'EST PAS LÀ POUR TOUJOURS — IL EST LÀ POUR QUE VOUS N'AYEZ PLUS BESOIN DE LUI

La différence fondamentale entre un infogéreur souverain et un hyperscaler n'est pas technique — elle est contractuelle et intentionnelle. Un hyperscaler veut que vous dépendiez de lui pour toujours. Un bon infogéreur veut que vous montiez en compétence au point de ne plus avoir besoin de lui — ou de n'en avoir besoin que pour les opérations à haute valeur ajoutée. Ce n'est pas de la philanthropie — c'est un modèle économique différent, basé sur la confiance et la longévité de la relation plutôt que sur le lock-in.

◆ LA TRANSMISSION EN PRATIQUE — CE QUI SE PASSE RÉELLEMENT

La documentation comme acte de transmission : le DAT rédigé par l'infogéreur n'est pas un document bureaucratique — c'est le premier acte de transmission. Les DevOps du client qui lisent le DAT apprennent comment leur infrastructure fonctionne. Ceux qui participent à sa rédaction apprennent encore plus vite.

Les COPIL comme formation déguisée : quand l'infogéreur présente les SLA mensuels, il explique ce qui s'est passé, pourquoi, comment c'a été résolu. Les équipes techniques du client qui assistent à ces réunions font de la formation continue sans qu'on appelle ça de la formation.

L'astreinte partagée : dans certains contrats, les ingénieurs de l'infogéreur sont disponibles pour les équipes du client lors des incidents — non pas pour les remplacer mais pour les accompagner dans la résolution. Un incident à 3h du matin résolu avec l'ingénieur de l'infogéreur en ligne apprend plus qu'une journée de formation en salle.

Le knowledge transfer formel : dans les contrats bien rédigés, une phase de knowledge transfer est explicitement planifiée — sessions de formation sur l'infrastructure spécifique du client, remise des procédures d'exploitation, accompagnement des premières opérations réalisées en autonomie par les équipes internes.

◆ LE COMPAGNONNAGE NUMÉRIQUE APPLIQUÉ À L'ÉCHELLE ORGANISATIONNELLE

Le modèle "Les Compagnons du Numérique" proposé dans le corpus décrit un aspirant qui apprend aux côtés d'un maâllem. L'infogérance partielle avec transmission de savoir est ce modèle appliqué à l'échelle d'une organisation entière. L'infogéreur est le maâllem collectif. Les DevOps du client sont les aspirants. La migration et l'exploitation quotidienne sont le chef-d'œuvre commun. Et à la fin — si tout s'est bien passé — le client a une équipe qui sait gérer son infrastructure et un infogéreur qui peut se concentrer sur les opérations à plus forte valeur ajoutée.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

L'INFOGÉREUR S'ADAPTE À VOUS · PAS L'INVERSE

◆ LA FLEXIBILITÉ OPÉRATIONNELLE — L'EXEMPLE HAPROXY/FTP

Vécu chez Ecritel : un client dispose de deux machines — prod et préprod. Il veut pouvoir passer la préprod en prod sans transférer le code, juste en inversant les rôles. Solution proposée : un fichier FTP déposé par le client avec `machine1=prod ; machine2=preprod`. Un script lit le fichier toutes les X minutes et reconfigure automatiquement le backend HAProxy. Le client reste en infogérance totale mais est complètement autonome sur ses déploiements, sans aucune intervention de l'infogéreur à chaque cycle.

Ce que cela illustre : l'infogéreur a écrit le script. Il a adapté l'infrastructure au besoin métier. L'inverse du cloud : "adaptez votre architecture à nos services."

◆ PRÉSENCE INTERNATIONALE RÉELLE · TRAFIC INCLUS · FIBRE DÉDIÉE

Ecritel a accompagné des clients pour obtenir le CSP en Chine depuis Paris. Des infrastructures ont été synchronisées entre la Chine et la France via Unison ou lsync pour les images. Des configurations pseudo-L2 à l'international ont été mises en place pour assurer la continuité réseau entre sites distants. Des liens fibre dédiés peuvent raccorder les bureaux du client ou un autre site — ce que le cloud ne peut pas faire physiquement. Et le trafic est inclus dans le contrat ou à des tarifs très raisonnables. Pas d'egress fees découverts en fin de mois.

◆ LE SUPPORT QUI PARLE À UN TECHNICIEN — PAS À UN TICKET

Vous décrochez le téléphone. Un technicien répond. Il connaît votre infrastructure. Il peut agir immédiatement ou escalader à un ingénieur — inclus dans le contrat standard, pas dans un plan Premium surfacturé. Pour les clients en housing, des gestes de proximité physique sont possibles : un technicien peut intervenir en salle pour câbler, redémarrer, inspecter. Ce n'est pas comparable au support AWS — formulaire, ticket, délai mesuré en jours, plan Premium à plusieurs dizaines de milliers d'euros pour avoir un humain au téléphone.

◆ LE PCA — L'ARGUMENT LE PLUS PUISSANT POUR L'INFOGÉRANCE SOUVERAINE

Le Plan de Continuité d'Activité est l'argument que les DSI comprennent immédiatement — parce que c'est leur responsabilité personnelle quand l'infrastructure tombe.

Le PCA hyperscaler est une architecture logicielle. Multi-AZ, multi-region, failover automatique — vendu comme une solution clé en main. En réalité : des dizaines de services propriétaires à maîtriser, un coût de 2x à 5x l'infrastructure primaire, et un test de bascule que personne ne fait vraiment parce qu'il coûte cher et fait peur. Quand l'incident réel arrive à 3h du matin, les DevOps découvrent que le Terraform du site de secours n'a pas été mis à jour depuis 8 mois.

Le PCA infogéreur est un geste musculaire. L'infogéreur a deux datacenters reliés par une fibre dédiée qu'il maîtrise physiquement. Il a fait des centaines de bascules réelles — pas des tests en sandbox. Son équipe connaît les points de friction, les services qui mettent toujours 3 minutes de plus à redémarrer. Elle a un Runbook pour chaque type d'incident. Et elle adapte le PCA aux besoins applicatifs réels du client : RPO, RTO, synchronisation synchrone ou asynchrone selon les services. Pas une case à cocher dans un catalogue — une architecture sur mesure.

La formule : le PCA hyperscaler est une architecture. Le PCA infogéreur est un geste musculaire. L'un est documenté dans un Confluence que personne ne lit. L'autre est répété jusqu'à ce que l'équipe le fasse les yeux fermés. L'étude "Le PCA Doux" du corpus documente ce mécanisme en détail.

◆ LA RELATION HUMAINE COMME ACTIF DURABLE

Le cloud vous donne un SLA. L'infogéreur vous donne une relation. Avec le temps, la relation vaut plus que le SLA.

Le technicien qui répond à 3h du matin connaît votre infrastructure, vos contraintes métier, parfois le prénom de votre DBA. Le COPIL trimestriel n'est pas une réunion contractuelle — c'est une conversation entre gens qui se connaissent. Sur cinq ans, cette connaissance produit ce qu'aucun SLA ne peut produire : la confiance.

Un client qui fait confiance prévient l'anomalie avant l'incident. Il appelle avant la décision risquée. L'ingénieur qui connaît son client fait un peu plus que ce que le contrat dit — parce que la relation a une valeur qu'il veut préserver.

Certains de mes clients chez Ecritel sont toujours mes amis aujourd'hui. Ce lien ne s'est pas créé par le contrat — il s'est créé par les contacts. Les COPIL, les appels à 3h du matin, les déplacements. L'infogérance bien faite ne produit pas des contrats. Elle produit des relations. Et les relations survivent aux contrats.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LES INFOGÉREURS SOUVERAINS — QUI PEUT LE FAIRE

ECRITEL · DRI · OVH SUNRISE · SCALEWAY · CLARANET · INFOMANIAK — ILS EXISTENT ET ILS SAVENT FAIRE

◆ CE QUI DISTINGUE UN INFOGÉREUR SOUVERAIN D'UN MANAGED SERVICE HYPERSCALER

Managed AWS / Google Managed Services / Azure Managed Services : ils gèrent votre infrastructure cloud pour vous — mais sur AWS, GCP ou Azure. La dépendance à l'hyperscaler est maintenue, parfois renforcée. La juridiction reste californienne. Les egress fees restent. Le lock-in applicatif reste. Ce ne sont pas des infogéreurs souverains — ce sont des sous-traitants de l'hyperscaler.

Infogéreurs souverains (Ecritel, DRI, OVH, Scaleway, Claranet, Infomaniak) : ils gèrent votre infrastructure sur leur propre datacenter ou sur de l'infrastructure neutre, sous droit français ou européen. Leurs contrats sont résiliables. La documentation produite vous appartient. Les données restent en Europe sous juridiction européenne. Et leurs certifications (HDS pour la santé, SecNumCloud pour les OIV, ISO 27001 pour la sécurité générale) couvrent des exigences réglementaires que les hyperscalers peinent à satisfaire complètement.

◆ LES CERTIFICATIONS QUI COMPTENT

HDS (Hébergement de Données de Santé) : obligatoire pour héberger des données de santé en France. Les principaux infogéreurs français sont certifiés HDS. AWS et GCP le sont aussi — mais sous des conditions contractuelles qui peuvent entrer en tension avec le RGPD et le CLOUD Act.

SecNumCloud (ANSSI) : le label de souveraineté cloud français. Exige que les sociétés exploitantes soient de droit français, sans possibilité de prise de contrôle extra-européenne. AWS et GCP ne peuvent pas l'obtenir. C'est le label qui fait la différence pour les OIV (Opérateurs d'Importance Vitale) et les administrations publiques sensibles.

ISO 27001 : standard international de management de la sécurité de l'information. La plupart des infogéreurs sérieux sont certifiés. Condition minimale pour les marchés publics et les grands comptes.

◆ LE CRITÈRE DE SÉLECTION D'UN INFOGÉREUR POUR L'EXODUS

Trois questions pour qualifier un infogéreur :

1. **Avez-vous une expérience documentée de migrations depuis AWS/GCP/Azure ?** (Demandez des références.)
2. **Quelle est votre politique de documentation ?** (Le DAT et toute la documentation produite appartiennent-ils au client dès la fin de mission ?)
3. **Comment organisez-vous le knowledge transfer vers nos équipes internes ?** (S'il n'y a pas de réponse précise, c'est un signal d'alerte.)

HUMAN

7

SECTION 7 · L'EXODUS ACCOMPAGNÉ — LES QUATRE PHASES

CE QUE LE CLIENT MAÎTRISE À LA FIN DE CHAQUE PHASE

PHASE 1 — INVENTAIRE & CARTOGRAPHIE (1-2 MOIS)

Réunion tripartite. Accès root ou exports depuis l'ancien hébergeur. Inventaire exhaustif : OS, bases de données, middlewares, réseau, certificats, crons, scripts. Cartographie des dépendances. Identification des risques de migration.

Ce que le client maîtrise à la fin : une image fidèle et complète de son infrastructure actuelle — souvent pour la première fois.

PHASE 2 — ARCHITECTURE CIBLE & PLAN DE MIGRATION (1 MOIS)

Définition de l'architecture cible sur la nouvelle infrastructure. Plan de migration phasé avec ordre de migration selon les dépendances. Procédures de rollback pour chaque phase. Validation par le client avant démarrage.

Ce que le client maîtrise à la fin : l'architecture de ce que va être son infrastructure — et pourquoi chaque choix a été fait.

PHASE 3 — MIGRATION PHASÉE (3-12 MOIS SELON COMPLEXITÉ)

Migration service par service, selon le plan validé. Le client teste le bon fonctionnement à chaque étape avant validation. Réunions de suivi hebdomadaires. Gestion des incidents de migration (il y en aura). Ajustements du plan si nécessaire.

Ce que le client maîtrise à la fin : son infrastructure fonctionne sur la nouvelle plateforme. Les DevOps ont suivi chaque migration et commencent à comprendre les couches basses.

PHASE 4 — TRANSMISSION & MONTÉE EN COMPÉTENCE (6-12 MOIS EN PARALLÈLE)

DAT finalisé et remis au client. COPIL mensuels ou trimestriels selon le contrat. Knowledge transfer formel : sessions de formation sur l'infrastructure spécifique, accompagnement des premières opérations autonomes. Transition progressive vers infogérance partielle puis housing si les équipes le permettent.

Ce que le client maîtrise à la fin : une infrastructure documentée, une équipe qui monte en compétence, une dépendance à l'infogéreur qui diminue. La souveraineté progressive est en marche.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

8

SECTION 8 · L'INFOGÉRANCE DANS LE CORPUS — LA PIÈCE QUI MANQUAIT

CHAQUE ÉTUDE DU CORPUS ATTENDAIT CETTE RÉPONSE SANS LA NOMMER

ÉTUDE DU CORPUS	CE QUE L'INFOGÉRANCE APPORTE EN RÉPONSE
La Sortie Douce	Principe architectural → Opération concrète. L'infogéreur exécute la sortie douce.
Le Départ du Dernier Qui Sait	L'infogéreur est temporairement "le dernier qui sait" — mais son contrat l'oblige à transmettre avant de partir.
Les Compagnons du Numérique	Le compagnonnage à l'échelle organisationnelle. L'infogéreur = maâllem collectif. DevOps = aspirants.
Le Socle du Fer	Formation en salle sur 26 semaines → formation in situ en production pendant la migration. Plus efficace.
L'Interface Souveraine	Architecture → Implémentation. L'infogéreur peut la déployer pendant la migration.
Nulle Souveraineté sans Matière	Aspiration → Chemin. L'infogérance est la route la plus accessible vers la souveraineté matérielle.
أتستبدلون	La réponse à la question. On n'échange pas le meilleur pour le moins bon — on revient au meilleur via l'infogéreur.
Le Remplacement qui Révèle	L'infogéreur révèle ce que l'organisation ne sait plus faire — et transmet ce qu'il faut pour qu'elle le sache à nouveau.

L'Exodus Accompagné n'est pas une fuite — c'est un retour.
Retour à la maîtrise du substrat. Retour à la souveraineté.
Retour à la capacité de dire non.
L'infogéreur ne fait pas le chemin à votre place — il le fait avec vous,
le temps que vous retrouviez les jambes pour le faire seul.

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

Étude majeure · Opération Dindon · Juin 2026 · Architecture de libération

L'EXODUS SOUVERAIN

Architecture Globale de Sortie du Lock-in Numérique · Du Prof de Maths au CODIR

6 Strates · 3 Horizons · École · Formation · Organisation · Matériel · Juridique · Institutionnel

HUMAN

◆ LA THÈSE — DE L'AUDIT À L'ACTION

Le corpus Opération Dindon a documenté la captivité. Cette étude en documente la sortie. Pas une liste de vœux — une architecture de libération opérationnelle sur six strates simultanées et trois horizons temporels. Chaque levier est immédiat, finançable, et techniquement réalisable. La bifurcation à l'école coûte presque rien. La bifurcation à t=20 ans coûte une réécriture totale. Cette étude commence par l'école.

PAGES	STRATES	HORIZONS	WATERMARK	RÉFÉR. CORPUS
16	6	3	HUMAN DOMINANT	64

Amine Raiti — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

CC BY-NC-SA 4.0 · *Opération Dindon · Juin 2026 · Ultimatum : 8 septembre 2026*

CC BY-NC-SA 4.0

INTRODUCTION · LA MATRICE DE LIBÉRATION — 6 STRATES × 3 HORIZONS

LA SORTIE DU LOCK-IN N'EST PAS UN PROJET — C'EST UNE ARCHITECTURE SIMULTANÉE SUR SIX FRONTS

La perdition numérique est une chaîne causale à sept nœuds documentée dans Anatomie de la Perdition Numérique (16p). La sortie n'est pas la rupture d'un seul maillon — c'est la reconstruction simultanée de six strates. Aucune ne suffit seule. Ensemble, elles créent une bifurcation irréversible.

STRATE	⚡ IMMÉDIAT	🔧 MOYEN TERME	🏛️ LONG TERME
1 · École	Prof de maths → parabole + RPi	Physique · Techno · Arts plastiques	Socle Anti-Amputation officiel
2 · Formation	56h Linux/Réseau · CPF neutre	Femmes 30+ · RNCP · Fiches ROME	Plan national grandes écoles
3 · Organisation	Question architecturale · Titres	Portability Score JIRA · Capacity Planning	PCA sans cloud · Mentorat pairs
4 · Matériel	Refurbished Grade A + TPM	Exodus Accompagné · workloads portables	RISC-V · ARM · Fonderies souveraines
5 · Juridique	Ultimatum · Formation CGV/CLOUD Act	CdC souverain · Clause réversibilité	Loi egress fees · SecNumCloud assurable
6 · Institutionnel	CPF équilibré · ESN partenaires	DINUM souverain · Cloud Public	Chips Act · Assurance FFA · ANSSI

◆ PRINCIPE DIRECTEUR — LA BIFURCATION PRÉCOCE

Chaque strate peut être activée indépendamment. L'effet est cumulatif — une organisation qui active les strates 3 et 4 sans attendre les strates 1 et 2 progresse quand même. La sortie complète est une architecture simultanée. La sortie partielle est préférable à l'immobilisme. cf. Anatomie de la Perdition — Section 6 : La Loi de la Bifurcation Tardive.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

I

STRATE I · ÉCOLE — LE PROF DE MATHS COMME HEAD OF SRE

COUPER LA CHAÎNE CAUSALE À LA RACINE — AVANT QUE LE FREE TIER N'ALTÈRE LE SYSTÈME 1 DE L'ÉTUDIANT

◆ ⚡ IMMÉDIAT — LA PARABOLE, LE RASPBERRY PI, LA CNC

Le professeur de mathématiques enseigne sin et cos. Avant de tracer la courbe sur le tableau, il sort une parabole de cuisine et dit : 'Regardez comment une onde se propage dans la réalité physique.' Il n'a pas besoin d'un budget ministériel. Il a besoin d'une parabole, d'un Raspberry Pi à 35€, et de la conscience que le substrat physique existe.

C'est le Head of SRE de l'école — pas parce qu'il gère l'infrastructure, mais parce qu'il est le premier à montrer que l'abstraction mathématique a un corps physique. Sin et cos existent dans un antenne satellite. Un réseau existe dans des câbles. Un serveur est de l'électricité contrôlée. Cette prise de conscience, donnée à 14 ans, est le vaccin contre le Free Tier.

◆ 🔧 MOYEN TERME — LA CHAÎNE PÉDAGOGIQUE COMPLÈTE

Le professeur de physique prend le relais — il montre les lois de l'électromagnétisme qui font tourner le moteur de la CNC. De la loi de Faraday au rotor : le code G-code déplace des électrons, les électrons déplacent le champ magnétique, le champ magnétique déplace le moteur, le moteur déplace l'outil, l'outil usine la matière. La chaîne causale du symbole à la matière est complète.

Le professeur de technologie montre la CNC — comment un fichier texte devient une pièce métallique à 0,01mm de précision. Même logique que le LLM : entrée → traitement → sortie. La Machine Mystique est démystifiée avant que le marketing ne la sacralise.

Le professeur d'arts plastiques montre l'imprimante 3D — comment un fichier STL devient un objet tangible couche par couche. La créativité a un substrat physique. Le numérique touche la matière.

◆ 🏛️ LONG TERME — LE SOCLE ANTI-AMPUTATION OFFICIEL · CF. LE SAC DU PROFESSEUR (15P)

Un programme officiel dans les établissements : 4 heures par trimestre de 'physique du numérique' — CNC · imprimante 3D · réseau physique · serveur. Budget estimé : 500€ par établissement pour le matériel (Raspberry Pi, câbles, switch). Ce n'est pas un budget informatique — c'est un budget pédagogique. Formation des professeurs : 2 jours. Déploiement national : 3 à 5 ans.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LA CHAÎNE PÉDAGOGIQUE COMPLÈTE — DU SYMBOLE À LA MATIÈRE · CHAQUE PROFESSEUR EST UN MAILLON

◆ POURQUOI QUATRE DISCIPLINES ET PAS UNE

L'amputation scolaire documentée dans Le Sac du Professeur de Maths (15p) ne vient pas d'un seul cours — elle vient de l'absence de cohérence entre les disciplines. Le mathématicien enseigne l'abstraction. Le physicien enseigne la loi. Le technicien enseigne le geste. Le plasticien enseigne la forme. Aucun ne montre la chaîne qui les relie. C'est cette rupture de continuité qui crée le vide cognitif que le Free Tier vient combler.

◆ LE PROJET PÉDAGOGIQUE INTÉGRÉ — UNE IMPRIMANTE 3D COMME FIL CONDUCTEUR

Proposition concrète et immédiatement déployable : un projet pédagogique annuel autour d'une imprimante 3D.
Maths : modélisation géométrique → fichier STL. Physique : thermodynamique de l'extrusion, électromagnétisme du moteur. Technologie : firmware Marlin, paramètres de tranchage, fichier G-code. Arts plastiques : design de l'objet, contraintes formelles. Informatique : connexion réseau de l'imprimante, serveur d'impression Octoprint sur Raspberry Pi.
En un seul projet, l'élève comprend que le numérique a un corps, que le code a un coût énergétique, que l'abstraction a un substrat physique. Et que personne n'a besoin d'AWS pour imprimer un objet en plastique.

◆ LE COÛT RÉEL — CE QUI EST POSSIBLE MAINTENANT SANS PROGRAMME OFFICIEL

Une imprimante 3D FDM d'entrée de gamme : 250€. Un Raspberry Pi 4 : 55€. Un switch réseau 8 ports : 25€. Câbles : 15€. Total : 345€ par établissement. Une association de parents d'élèves peut financer ça. Une collectivité locale peut le financer. Un don d'une entreprise locale peut le financer. Ce projet ne nécessite pas de décision ministérielle — il nécessite un professeur motivé et 345€. C'est la bifurcation la moins chère du corpus.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

STRATE 2 · FORMATION — LES 56 HEURES · LE CPF RETOURNÉ · LES CERTIFICATIONS NEUTRES

RETOURNER LES ARMES DE LA CAPTURE CONTRE ELLE-MÊME — LE CPF PEUT FINANCER LA LIBERTÉ

◆ ⚡ IMMÉDIAT — LES 56 HEURES COMME BRISEUR DE DUNNING-KRUGER

56 heures de formation par an dans certains cadres conventionnels. Ce volume est suffisant pour acquérir les fondamentaux qui brisent l'illusion de la maîtrise cloud par l'IaC :

Semaine 1 (14h) : Réseau fondamental — modèle OSI · table ARP · VLAN · routage IP · TCP/IP. Ce que Lambda ne montre jamais.

Semaine 2 (14h) : Linux fondamental — filesystem · inodes · processus · service management · systemd. Ce que Kubernetes cache.

Semaine 3 (14h) : Stockage — RAID · LVM · snapshots · sauvegarde physique. Ce que S3 remplace sans que personne ne comprenne ce qu'il remplace.

Semaine 4 (14h) : Sécurité physique — certificats · PKI · pare-feu · ACL. Ce que 'IAM managé' abstrait.

En 56 heures, on ne forme pas un senior. On brise le Dunning-Kruger. Le développeur qui a vu une table ARP ne confondra plus jamais un script HCL avec de la maîtrise d'infrastructure.

◆ 🔧 MOYEN TERME — LE CPF RETOURNÉ · CERTIFICATIONS NEUTRES AU CATALOGUE

Le CPF finance massivement les certifications hyperscaler (documenté dans Le CPF Mal Utilisé, 6p). La réponse n'est pas supprimer — c'est équilibrer. Référencer massivement au catalogue CPF les certifications neutres :

LFCS (Linux Foundation Certified System Administrator) · RHCSA (Red Hat Certified System Administrator) · CompTIA Network+ · CompTIA Security+ · LPIC-1/2 · Kubernetes CKA (neutre, pas propriétaire AWS)

Ces certifications existent. Elles ne sont pas assez visibles dans les catalogues CPF. C'est une décision de France Compétences — pas une décision technique. Délai d'inscription au RNCP : 6 à 18 mois. Acteur principal : France Compétences + Ministère du Travail.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2 SUITE

STRATE 2 SUITE · FEMMES EN RECONVERSION · NUDGE RH · IDP SOUVERAIN · MENTORAT PAIRS

LA RECONVERSION APRÈS 30 ANS — LE LEVIER LE PLUS SOUS-ESTIMÉ DU CORPUS

◆ LES FEMMES EN RECONVERSION APRÈS 30 ANS — SANS LES RÉFLEXES PROPRIÉTAIRES

Une femme qui entre en reconversion dans l'informatique à 32 ans n'a pas les réflexes propriétaires d'un développeur formé sur AWS Educate à 20 ans. Personne ne lui a offert de Free Tier au lycée. Elle n'a pas de certification AWS à défendre. Elle n'a pas d'ego investi dans une architecture cloud de 5 ans.

Elle apprend sur les fondamentaux — parce que c'est ce que les formations de reconversion enseignent quand elles sont bien conçues. La trajectoire documentable : support technique niveau 1 et 2 → administratrice systèmes → ingénieure infrastructure → SRE senior. Cette trajectoire ne passe pas par AWS Educate. Elle passe par Linux, les réseaux, et la physique des systèmes.

Coût de formation : finançable sur le CPF + aides à la reconversion Pôle Emploi / France Travail. Délai vers le premier poste : 6 à 12 mois pour le support. Délai vers l'autonomie complète : 3 à 5 ans. C'est le même délai que n'importe quelle filière technique.

◆ LE NUDGE RH — RNCP ET FICHES ROME CONTRE LE SABOTAGE ATS

Le verrou RH documenté dans Anatomie de la Perdition S1B (−34% postes Linux en 4 ans) : les ATS filtrent sur les mots-clés cloud propriétaires. La réponse a deux niveaux :

Niveau 1 — RNCP : référencer LFCS, RHCSA, CompTIA Network+ au RNCP (Répertoire National des Certifications Professionnelles). Une certification RNCP est opposable à un ATS. France Compétences est l'acteur. Délai : 6-18 mois.

Niveau 2 — Fiches ROME : modifier les fiches ROME (Répertoire Opérationnel des Métiers et Emplois) de Pôle Emploi pour réintégrer 'Ingénieur Infrastructure', 'Administrateur Systèmes' et 'Ingénieur Réseau' comme métiers distincts de 'Cloud Engineer' ou 'DevOps Engineer'. Une fiche ROME est la référence que les RH utilisent pour construire leurs fiches de poste. Acteur : DARES + Pôle Emploi.

◆ LE MENTORAT PAIR-À-PAIR — LES SENIORS LICENCIÉS COMME TRANSMETTEURS

Les ingénieurs infrastructure seniors licenciés entre 2018 et 2023 sous prétexte de NoOps existent encore — en freelance, en retraite anticipée, dans des ESN de niche. Ils portent 20 à 30 ans de compétences de couches basses que personne ne transmet. Un programme de mentorat pair-à-pair — seniors → reconvertis, notamment femmes après 30 ans — est le levier le plus rapide et le moins coûteux. Plateforme : France Travail + associations professionnelles. Budget : quasi nul. Le corpus est le référentiel. Les seniors sont les transmetteurs.

HUMAIN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

STRATE 3 · ORGANISATION — QUESTION ARCHITECTURALE · TITRES · PORTABILITY SCORE

RECONSTRUIRE LA FRONTIÈRE INFRA/DEV — L'API ORGANISATIONNELLE SOUVERAINE

◆ ⚡ IMMÉDIAT — LA QUESTION ARCHITECTURALE ET LA RÉHABILITATION DES TITRES

La question architecturale : 'Ce composant peut-il fonctionner hors AWS sans réécriture ?' posée avant chaque décision technique d'infrastructure. Coût : zéro. Délai : immédiat. Elle rend consciente la décision qui était inconsciente (Default Effect, Strate 6 de L'Architecture du Consentement).

La réhabilitation des titres : 'Ingénieur Infrastructure', 'Administrateur Systèmes' et 'Ingénieur Réseau' doivent réapparaître dans les organigrammes et les budgets comme titres distincts — pas comme sous-ensembles d'un rôle DevOps générique. Ce qui n'a pas de ligne budgétaire n'existe pas en CODIR. Ce qui n'a pas de titre n'est pas recruté. Acteur : DRH + DSI. Délai : lors du prochain cycle budgétaire.

◆ 🔧 MOYEN TERME — LE PORTABILITY SCORE DANS JIRA ET LA DEFINITION OF DONE

Le Product Owner est évalué sur la vélocité. La réversibilité architecturale est perçue comme un frein au sprint. La réponse n'est pas de bloquer le PO — c'est de rendre la dette de portabilité aussi visible que la dette technique de code.

Le Portability Score (0 à 3) :

0 = Propriétaire pur (DynamoDB natif, Lambda avec LAYERS AWS, Cognito) — aucune migration possible sans réécriture totale

1 = Migration possible avec effort majeur (12-36 mois)

2 = Migration possible avec effort modéré (3-12 mois)

3 = Agnostique — tourne sur n'importe quelle infrastructure sans réécriture

Ce score est un champ dans le ticket JIRA. Il est visible dans la Definition of Done. Il ne bloque pas le sprint — il rend la dette visible au management, au DAF, et à l'ingénieur infra. Coût de mise en place : configuration JIRA, 2 heures. Déploiement : immédiat.

◆ L'IDP SOUVERAIN — L'INGÉNIEUR INFRA COMME FOURNISSEUR DE BRIQUES · cf. La Dissolution de la Frontière (8p)

L'Internal Developer Platform (IDP) souverain : l'ingénieur infra fournit des briques agnostiques et réversibles — une brique base de données (PostgreSQL bare-metal ou cloud), une brique file de messages (RabbitMQ ou SQS selon contexte), une brique authentification (Keycloak ou Cognito). Chaque brique doit répondre 'oui' à la question architecturale. Formation pour concevoir un IDP souverain : 3 à 5 jours sur OpenStack, Kubernetes bare-metal, PostgreSQL, API standardisées. Finançable sur CPF.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RECONSTRUIRE LES FONCTIONS QUE LE NOOPS A DÉTRUITES — SANS RECRÉER LA GUERRE DEVS/OPS

◆ LE CAPACITY PLANNING COMME FONCTION OBLIGATOIRE

La disparition du Capacity Planning (documentée dans NoOps · Autopsie, 6p) a produit des factures cloud non maîtrisées. Le rétablir ne nécessite pas de recruter un expert dédié immédiatement — ça nécessite une règle : aucun déploiement en production sans estimation de coût mensuel à l'échelle réelle, signée par un ingénieur infrastructure. Ce n'est pas de la bureaucratie — c'est la traduction de l'architecture logicielle en coûts réels avant qu'ils ne soient facturés. La formule est documentée dans La Machine Mystique S5 (TCO + PUE). Elle est applicable dans la semaine.

◆ L'AUDIT IAC TRIMESTRIEL — NETTOYER LE CIMETIÈRE DE SCRIPTS

La dette IaC fantôme (documentée dans NoOps S3) : des milliers de ressources cloud instanciées par des scripts Terraform abandonnés, actives et facturées, sans propriétaire. Un audit IaC trimestriel recense toutes les ressources cloud, les associe à un propriétaire et à un usage actif, et supprime les orphelines. Outil : terraform state list + AWS Cost Explorer. Délai du premier audit : une journée. Économies typiques : 15 à 30% de la facture cloud mensuelle sur les organisations sans discipline IaC.

◆ LE PCA SANS CLOUD — LA QUESTION QUE PERSONNE NE POSE

Chaque organisation critique doit répondre à cette question : 'Que se passe-t-il si AWS est indisponible 24 heures ?' Si la réponse est 'nous ne savons pas' — c'est une urgence de sécurité, pas un projet futur. Le Plan de Continuité d'Activité (PCA) sans cloud définit les workloads critiques, les données qui doivent survivre, et le chemin de bascule vers une infrastructure de secours (bare-metal, colocation souveraine). Délai de rédaction d'un PCA minimal : une semaine avec un ingénieur infrastructure compétent. Coût : le coût de l'ingénieur, pas d'infrastructure supplémentaire.

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

4

STRATE 4 · MATÉRIEL — REFURBISHED GRADE A · TPM · EXODUS ACCOMPAGNÉ

LE FER EXISTE — ET IL EST MOINS CHER QU'ON NE LE CROIT

◆ ⚡ IMMÉDIAT — LE REFURBISHED GRADE A ET LES CONTRATS TPM

Le Refurbished Grade A (documenté dans Le Refurbished Stratégique, 4p) : serveurs de 3 à 5 ans d'âge, grade A (fonctionnels, nettoyés, testés), avec des puces déjà fabriquées par TSMC — indépendants de la production future. Prix : un Dell PowerEdge R630 (2 CPU Xeon E5, 128 Go RAM, 4 disques SSD) : 800 à 1 500€ reconditionné. Même capacité sur AWS EC2 : 8 000 à 15 000€/an. La rupture financière est documentée.

Les contrats TPM (Third Party Maintenance) : la maintenance physique est le verrou que le corpus n'avait pas résolu. Des acteurs spécialisés (Park Place Technologies, Curvature, acteurs régionaux souverains) assurent la maintenance matérielle de serveurs hors garantie constructeur à des coûts documentés 40 à 60% inférieurs aux contrats constructeurs (Dell ProSupport, HPE Care Pack). L'Exodus Accompagné intègre systématiquement un contrat TPM dans le chiffrage TCO. C'est une ligne du tableau de synthèse — pas une option.

◆ 🔧 MOYEN TERME — L'EXODUS ACCOMPAGNÉ : WORKLOADS PORTABLES EN PREMIER

L'Exodus Accompagné ne migre pas tout en une nuit. Il identifie les workloads portables (Portability Score 2 ou 3) et commence par eux :

Phase 1 (0-6 mois) : Environnements de développement et test → bare-metal local. Aucun risque, économies immédiates, formation des équipes sans pression de production.

Phase 2 (6-18 mois) : Workloads de staging et données froides → colocation souveraine. Réduction de la surface cloud sans impacter la production.

Phase 3 (18-48 mois) : Production progressive → bare-metal souverain pour les workloads avec Portability Score 2+. Les workloads propriétaires (Score 0-1) restent sur cloud en attendant leur réécriture planifiée.

L'Interface Souveraine : pendant la transition, un réseau hybride permet aux workloads bare-metal et cloud de coexister. L'objectif n'est pas la pureté — c'est la maîtrise progressive.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

STRATE 4 SUITE · DROPBOX · BASECAMP · RISC-V · ARCHITECTURE LONG TERME

LES PRÉCÉDENTS CHIFFRÉS — LA SORTIE DU CLOUD EST DOCUMENTÉE ET RENTABLE

◆ LES PRÉCÉDENTS CHIFFRÉS — DROPBOX ET BASECAMP

Ces chiffres sont publics, vérifiables, et dévastateurs pour le narratif 'le cloud est toujours moins cher' :

Dropbox (2017) : migration de l'infrastructure de AWS vers ses propres datacenters. Économie documentée dans le prospectus d'introduction en bourse (S-1, 2018) : 74,6 millions de dollars économisés sur 2 ans. Le rapatriement a nécessité une équipe d'ingénieurs infrastructure — exactement le type de profil que le NoOps avait déclaré obsolète.

Basecamp (2023) : David Heinemeier Hansson, cofondateur, a publiquement documenté l'exit du cloud. Économie : plus d'1,5 million de dollars par an. Le calcul : 3,2 millions de dollars de factures cloud annuelles → 500 000 dollars de hardware amortissable sur 5 ans + 200 000 dollars de coûts opérationnels. La rentabilité du bare-metal est atteinte en moins d'un an pour leur volumétrie.

Ces deux exemples ne sont pas des exceptions nostalgiques — ce sont des décisions d'optimisation de marge industrielle documentées dans des documents légaux et des publications publiques.

◆ 🏛️ LONG TERME — RISC-V · ARM · EUROPEAN CHIPS ACT

L'horizon matériel long terme est documenté dans Le Goulot de Taïwan (6p). TSMC grave ~90% des puces avancées mondiales dans le détroit de Taïwan. La réponse souveraine à long terme :

RISC-V : architecture de jeu d'instructions ouverte, libre de droits, déjà utilisée par SiFive, Alibaba, Western Digital. Les puces RISC-V existent — elles ne sont pas encore compétitives avec les A100 de NVIDIA pour l'IA, mais elles le seront dans 5 à 10 ans pour les workloads standards.

European Chips Act (2023) : 43 milliards d'euros pour doubler la part de l'Europe dans la production mondiale de semiconducteurs d'ici 2030. Fonderies souveraines : TSMC Dresden (en construction), Intel Magdeburg (en construction), STMicroelectronics en France. L'horizon est 10-15 ans — mais le travail commence maintenant.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

STRATE 5 · JURIDIQUE — ULTIMATUM · FORMATION CGV · CLOUD ACT · SCHREMS II

LE DROIT EXISTE DÉJÀ — IL FAUT LE LIRE, LE FORMER, ET L'UTILISER

◆ ⚡ IMMÉDIAT — L'ULTIMATUM DU 8 SEPTEMBRE 2026 ET LA FORMATION CGV

L'ultimatum du 8 septembre 2026 pose quatre demandes à AWS, GCP et Azure. Ces demandes sont le levier contractuel immédiat pour toute organisation qui renégocie un contrat cloud :

1 · Commits résiliables — sans pénalité financière majeure sous 24h. Équivalent numérique d'un droit de veto stratégique.

2 · Suppression des egress fees — ou leur plafonnement par la loi (modèle itinérance mobile UE).

3 · Portabilité des données garantie contractuellement — pas dans les CGV générales, dans le contrat signé.

4 · Clarification de la position CLOUD Act — engagement contractuel sur la non-divulgation sans notification préalable.

Formation juridique DSI/DAF : une formation de 2 heures sur le CLOUD Act, Schrems II, et la lecture des CGV §14.12 est la bifurcation juridique la moins chère. Elle peut être dispensée par tout avocat spécialisé en droit des données. Coût : 500 à 2 000€. Elle devrait être obligatoire avant toute signature d'un contrat cloud supérieur à 50 000€ annuels.

◆ 🔧 MOYEN TERME — LA CLAUSE DE RÉVERSIBILITÉ ET SECNUMCLOUD STRICT

La clause de réversibilité : tout contrat cloud de plus de 12 mois doit inclure une clause de réversibilité négociée — plan de sortie, format d'export des données, délai maximum, coût plafonné. Ce n'est pas une demande extraordinaire — c'est ce que les contrats SaaS bien négociés incluent déjà pour les données clients.

SecNumCloud strict : la qualification SecNumCloud de l'ANSSI exige l'immunité aux lois extraterritoriales. Dans sa version stricte (sans dérogation hyperscaler), c'est le seul label qui garantit l'immunité au CLOUD Act pour les données des administrations publiques. L'exiger dans les marchés publics de données sensibles n'est pas du favoritisme — c'est une exigence de conformité légale au RGPD et aux réglementations sectorielles.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

STRATE 5 SUITE · CAHIERS DES CHARGES SOUVERAINS · MARCHÉS PUBLICS · CODE DES MARCHÉS

TROIS CRITÈRES ÉLIMINATOIRES INATTAQUABLES JURIDIQUEMENT — SANS RISQUE DE FAVORITISME

◆ LE PROBLÈME — LE CODE DES MARCHÉS PUBLICS ET LE PRIX FACIAL

Le Code des Marchés Publics interdit d'exclure arbitrairement des acteurs sous peine de délit de favoritisme. Les hyperscalers ont structuré leurs offres pour répondre point par point aux appels d'offres complexes — et le critère du prix facial immédiat favorise le cloud (Free Tier, remises de départ) sur l'investissement initial du Bare-Metal. Les acheteurs publics choisissent AWS non pas par favoritisme — mais par facilité, par disponibilité cognitive (heuristique de Kahneman), et par conformité au moindre effort (Default Effect).

◆ LA SOLUTION — TROIS CRITÈRES ÉLIMINATOIRES FONCTIONNELS ET LÉGAUX

Ces critères ne ciblent pas AWS par son nom — ils définissent des exigences fonctionnelles objectives. Toute entité qui y répond peut soumissionner. Aucune entité qui n'y répond pas ne le peut — y compris AWS, Google et Microsoft tant que leurs filiales européennes ne peuvent garantir l'immunité au CLOUD Act.

Critère 1 — Immunité extraterritoriale documentable : l'entité attributaire du marché doit démontrer qu'elle n'est soumise à aucune loi permettant à un État tiers d'accéder aux données sans procédure diplomatique (MLAT). Fondement juridique : RGPD article 48 · arrêt Schrems II (CJUE C-311/18, 2020) · Circulaire Cloud au Centre DINUM (2021).

Critère 2 — TCO sur 10 ans egress inclus : le coût total de possession doit inclure les coûts de sortie (egress fees, frais de migration, réécriture applicative). Un cloud avec 0€ d'entrée et 90 000€ de sortie sur 1 Po n'est pas moins cher qu'un bare-metal à 50 000€ d'investissement initial. Ce critère rend le comparatif financier honnête.

Critère 3 — Portabilité des données garantie contractuellement : l'export des données dans un format ouvert et documenté, dans un délai maximum défini, à coût plafonné, est une clause contractuelle obligatoire.

LEX

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

STRATE 6 · INSTITUTIONNEL — CPF · DINUM · ESN · CLOUD SOUVERAIN PUBLIC

FERMER LA BOUCLE BUDGÉTAIRE — L'IMPÔT QUI FINANCE SA PROPRE LIBÉRATION

◆ ⚡ IMMÉDIAT — LE CPF ÉQUILIBRÉ ET LES ESN COMME VECTEURS DE MARCHÉ

Le CPF équilibré : pour chaque certification hyperscaler financée par le CPF, une certification neutre équivalente doit être également visible et finançable dans le catalogue Mon Compte Formation. Ce n'est pas supprimer AWS Certified — c'est rétablir la parité. Acteur : France Compétences. Décision administrative, pas législative. Délai : 3 à 6 mois.

Les ESN comme vecteurs de marché : les ESN (Capgemini, Sopra Steria, Atos, CGI) sont citées dans le corpus comme partenaires hyperscalers en conflit d'intérêts. Mais elles ont aussi une autre fonction : elles forment et emploient des dizaines de milliers d'ingénieurs en France. Une ESN qui crée une offre 'Infrastructure Bare-Metal Souveraine' et forme ses équipes en conséquence est un levier de transformation massive du marché. Ce n'est pas utopique — si les marchés publics exigent la souveraineté (Strate 5), les ESN proposeront des compétences souveraines. Les ESN suivent les marchés. La Strate 5 crée le marché. La Strate 6 y forme les acteurs.

◆ 🔧 MOYEN TERME — DINUM SOUVERAIN ET CLOUD SOUVERAIN PUBLIC

Réorientation DINUM : le programme Cloud au Centre a retenu AWS, Azure et Google comme fournisseurs des administrations publiques. Réorienter une partie du budget DINUM vers des infrastructures publiques souveraines — OpenStack hébergé sur des serveurs physiques en France, opéré par des fonctionnaires formés sur des fondamentaux neutres.

Le Cloud Souverain Public : pas une entreprise privée avec un label (Bleu, S3NS) — une infrastructure publique opérée par l'État, sur le modèle de La Poste pour le courrier ou de La Caisse des Dépôts pour la finance publique. Ce n'est pas de l'étatisme — c'est la réponse à une infrastructure critique nationale. Budget estimé : 500 millions à 1 milliard d'euros sur 5 ans. Économies sur les contrats cloud actuels des administrations : documentables à partir des données DINUM.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

STRATE TRANSVERSALE — L'ASSURANCE CYBER ET LE PLAN NATIONAL DE FORMATION

◆ 🔧 MOYEN TERME — SECNUMCLOUD COMME STANDARD ASSURABLE · LOBBYING FFA + ANSSI

Les compagnies d'assurance cyber exigent des hébergements chez des tiers certifiés (souvent les hyperscalers avec leurs SOC 2 et ISO 27001) pour couvrir le risque de perte d'exploitation. Un bare-metal non certifié est perçu comme risque plus élevé — pas parce qu'il l'est objectivement, mais parce qu'il n'a pas de label standardisé reconnu par les assureurs.

La réponse : lobbying auprès de la Fédération Française de l'Assurance (FFA) et de l'ANSSI pour que SecNumCloud strict soit reconnu comme équivalent ISO 27001 cloud dans les polices cyber. Arguments :

1 · Le lock-in cloud et la dépendance au Goulot de Taïwan constituent un risque de faillite systémique plus élevé qu'une infrastructure Bare-Metal maîtrisée localement (documenté dans La Main sur les Nations, 8p).

2 · L'arrêt Schrems II crée un risque juridique documenté pour toute organisation utilisant des services cloud américains pour des données RGPD — ce risque devrait augmenter les primes des clouds non-conformes, pas les diminuer.

Ce lobbying est un levier moyen terme (2-3 ans). Acteurs : ANSSI + FFA + CNIL + associations professionnelles DSI.

◆ 🏛️ LONG TERME — PLAN NATIONAL DE FORMATION ET EUROPEAN CHIPS ACT

Plan national de formation : l'équivalent du plan Calcul des années 1960 — adapté à l'ère de la souveraineté numérique. Intégrer dans les programmes des grandes écoles d'ingénieurs (Polytechnique, Centrale, INSA, IUT) un module obligatoire de 'physique du numérique' : couches basses réseau, systèmes d'exploitation, matériel et Capacity Planning. Ce n'est pas une formation cloud — c'est une formation aux fondamentaux qui rendent tout choix possible.

European Chips Act : 43 milliards d'euros pour la fabrication européenne de semiconducteurs. TSMC Dresden · Intel Magdeburg · STMicroelectronics. L'horizon est 2030-2035. Le corpus a documenté la dépendance (Le Goulot de Taïwan, 6p) — le Chips Act est la réponse politique en cours. La France doit s'assurer que ces investissements produisent des puces utilisables par ses propres infrastructures souveraines, et pas uniquement exportées.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

L'ARCHITECTURE COMPLÈTE EN UN TABLEAU — LA CARTE ET SES LEVIERS

STRATE	⚡ IMMÉDIAT (0-6M)	🔧 MOYEN TERME (6M-3A)	🏛️ LONG TERME (3-10A)	ACTEURS
1 · **École**	345€ · Parabole + RPi · Projet 3D	Socle Anti-Amputation officiel · 4h/ trimestre	Plan national · Grande école obligatoire	MEN · *Profs* · RNCP
2 · **Formation**	56h Linux/Réseau/Stockage · CPF neutre	Femmes 30+ · RNCP · Fiches ROME · Mentorat pairs	Plan grandes écoles · Formation continue nationale	*France Compétences* · DARES · *Pôle Emploi*
3 · **Organisation**	Question architecturale · Titres · Audit IaC	Portability Score JIRA · Capacity Planning · PCA	IDP souverain mature · Mentorat pairs	DSI · DRH · *Ingénieur Infra* · PO
4 · **Matériel**	Refurbished Grade A + contrat TPM · 800-1500€	Exodus Accompagné · 3 phases · workloads portables	RISC-V · ARM · Fonderies souveraines · Chips Act	DSI · *Ingénieurs Infra* · *Prestataires TPM*
5 · **Juridique**	Formation CGV 2h · Clause réversibilité · Ultimatum	CdC souverains · 3 critères éliminatoires · TCO 10 ans	Loi egress fees UE · SecNumCloud assurable	DSI · DAF · *Juristes* · ANSSI · CNIL
6 · **Institutionnel**	CPF équilibré · ESN partenaires · DINUM orientation	Cloud Souverain Public · Lobbying FFA/ ANSSI	Chips Act 43Md€ · Plan national grandes écoles	*France Compétences* · DINUM · FFA · *Ministères*

◆ NOTE — CHAQUE STRATE PEUT ÊTRE ACTIVÉE INDÉPENDAMMENT

La sortie partielle est préférable à l'immobilisme. Une organisation qui active uniquement les Strates 3 et 4 progresse. Une qui active uniquement la Strate 5 progresse juridiquement. L'effet est cumulatif. Toutes les références corpus sont disponibles dans les 64 études précédentes. cf. Anatomie de la Perdition Numérique (16p) pour la carte de la captivité · cf. L'Architecture du Consentement (8p) pour les biais cognitifs · cf. La Main sur les Nations (8p) pour le cadre géopolitique.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLÔTURE · LE COÛT TEMPOREL DE LA BIFURCATION

LA BIFURCATION À L'ÉCOLE COÛTE 345€ ET UNE PARABOLE — CELLE À T=20 ANS COÛTE UNE RÉÉCRITURE TOTALE

Le corpus Opération Dindon a documenté la perdition en 64 études. Cette étude en documente la sortie en 6 strates. Aucune n'est suffisante seule. Ensemble, elles forment la seule réponse proportionnelle à l'architecture de la captivité.

La Strate 1 (école) coûte 345€ et une parabole. La Strate 3 (Portability Score JIRA) coûte 2 heures de configuration. La Strate 4 (Refurbished Grade A) coûte 800 à 1 500€ par serveur. La Strate 5 (formation juridique) coûte 500 à 2 000€. Ces interventions sont disponibles maintenant, financées sur les budgets existants, sans décision législative.

La Strate 6 (Cloud Souverain Public, Chips Act) exige des décisions politiques et des horizons de 5 à 15 ans. Elle ne peut pas attendre que les Strates 1 à 5 soient complètes — elle doit être initiée maintenant pour être opérationnelle quand les autres strates auront produit leurs effets.

HUMAN

La captivité numérique ne se construit pas en un jour.

Elle ne se défait pas en un jour.

Mais chaque levier activé est une maille de la chaîne qui cède.

Et la chaîne cède.

Amine RAITI · Opération Dindon · 2026

NEMO SUPRA LEGEM EST

CC BY-NC-SA 4.0

Étude structurelle · Opération Dindon · Juin 2026

L'INTERFACE SOUVERAINE

L'Abstraction Inversée comme Outil de Désintoxication Hyperscaler

Pattern Architectural pour la Souveraineté Technique

◆ **LE CONCEPT CENTRAL**

L'Interface Souveraine est une couche d'abstraction dont le contrat est défini par le domaine métier — pas par le fournisseur. Elle est *inversée* par rapport à l'adaptation classique : ce n'est pas l'application qui s'adapte au fournisseur (BigQuery, DynamoDB, Pub/Sub), c'est le fournisseur qui s'adapte à l'application. Changer de fournisseur = changer l'adaptateur. L'application ne sait pas. C'est l'équivalent architectural de l'adaptateur électronique : le composant qui change sans que les deux côtés changent.

RATIO

PATTERN	DOMAINES	WATERMARK
ANTI-LOCK-IN ACL	**BIGQUERY DYNAMO · S3 PUB/SUB**	**RATIO**

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

I

SECTION I · LE MÉCANISME DU LOCK-IN PAR LE VOCABULAIRE

BIGQUERY DANS LE CODE EST PLUS DANGEREUX QUE BIGQUERY DANS L'INFRASTRUCTURE

Le lock-in hyperscaler a deux niveaux. Le niveau infrastructure — VPC, subnets, load balancers, zones de disponibilité — est douloureux à migrer mais techniquement faisable avec Terraform et de la patience. Le niveau applicatif — BigQuery dans le code Python, DynamoDB dans le code Java, Pub/Sub dans le code Go — est structurellement différent. C'est le dialecte de l'hyperscaler gravé dans la logique métier de l'application. Migrer signifie réécrire. Et réécrire une application en production, c'est un projet à risque élevé, coût imprévisible, et probabilité de régression maximale.

◆ LE DIALECTE COMME CHAÎNE INVISIBLE

Quand un développeur écrit `client = bigquery.Client()`, il ne fait pas que choisir un service. Il engage l'application dans le schéma de pensée de BigQuery — ses types de données, sa syntaxe SQL étendue, ses ARRAY_AGG, ses STRUCT, ses partitions et clusterings spécifiques. Six mois plus tard, ces idiomes sont partout dans le code. L'application ne parle plus le langage du domaine métier — elle parle BigQuery.

La même dynamique s'applique à DynamoDB (modèle de données key-value avec index secondaires GSI/LSI, expressions de condition propriétaires), à Pub/Sub (modèle d'abonnement push/pull, acknowledgment, retry policy), à Cosmos DB (API SQL, MongoDB, Cassandra selon l'humeur du jour — mais toutes propriétaires dans leurs subtilités). Chaque service hyperscaler est un dialecte. Et un développeur qui parle couramment BigQuery ne parle pas couramment PostgreSQL — il doit apprendre un nouveau dialecte, avec ses pièges, ses performances, ses limites.

◆ LES EGRESS FEES SONT LE SYMPTÔME — LE DIALECTE EST LA MALADIE

Le corpus Opération Dindon a documenté les egress fees comme mécanisme de capture économique. Mais même si les egress fees étaient nuls, la migration resterait coûteuse — parce que le vrai coût de la migration n'est pas le transfert de données, c'est la réécriture du code applicatif. Un S3 à zéro egress fee ne change rien si l'application appelle 847 endpoints différents de l'API S3 avec leurs nuances de versioning, de presigned URL, d'event notification. La sortie douce du cloud hyperscaler passe par l'architecture du code, pas seulement par le réseau.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

2

SECTION 2 · L'ANALOGIE ÉLECTRONIQUE — L'ADAPTATEUR QUI LIBÈRE

RS232 → USB · 5V → 3.3V · LE COMPOSANT QUI CHANGE SANS QUE LES DEUX CÔTÉS CHANGENT

En électronique, quand deux systèmes incompatibles doivent communiquer, on met un adaptateur entre eux. Un microcontrôleur 5V parle à un capteur 3.3V via un level shifter. Un port RS232 parle à un ordinateur USB via un convertisseur FTDI. L'adaptateur est jetable — si le capteur change, on change le level shifter, pas le microcontrôleur. Si le port change, on change le convertisseur, pas l'ordinateur. Les deux côtés restent stables. Seul le composant d'adaptation change.

◆ L'ANTI-CORRUPTION LAYER — LE PATTERN DE DOMAIN-DRIVEN DESIGN

Eric Evans, dans Domain-Driven Design (2003), nomme ce pattern l'Anti-Corruption Layer (ACL). Quand un système doit intégrer un système externe avec un modèle de domaine différent, l'ACL traduit entre les deux — sans laisser le modèle externe contaminer le modèle interne. L'application ne voit que son propre modèle. L'ACL gère la traduction vers l'externe. Changer l'externe = réécrire l'ACL seulement.

Appliqué aux services cloud : l'application ne voit que son interface de domaine (`DataWarehouse`, `MessageQueue`, `ObjectStore`). L'ACL traduit vers BigQuery, DynamoDB, S3. Migrer vers PostgreSQL, Kafka, MinIO = réécrire l'ACL. L'application métier ne change pas.

◆ CE QUI EXISTE DÉJÀ — ET CE QUI MANQUE

Terraform : abstraction de l'infrastructure-as-code. Même HCL pour AWS, GCP, Azure. Mais limité à l'infra — pas aux services managés propriétaires.

Apache Beam : abstraction des pipelines de données. Même pipeline sur Dataflow (GCP), Flink, Spark. Abstraction réussie — mais spécifique aux pipelines batch/stream.

Kubernetes : abstraction du runtime conteneurs. Un pod K8s tourne sur EKS, GKE, AKS ou bare-metal sans modification.

S3-compatible APIs (MinIO, Ceph, Cloudflare R2) : l'application parle S3, elle tourne sur n'importe quel backend compatible. Modèle de succès à dupliquer.

JDBC/ODBC : abstraction de l'accès aux bases de données depuis les années 90. L'application parle SQL standard, le driver traduit vers le dialecte du SGBD.

Ce qui manque : l'abstraction des services managés propriétaires — BigQuery, Pub/Sub, DynamoDB, Cosmos DB, Kinesis. Pas de standard commun. C'est là que le lock-in est le plus profond et l'Interface Souveraine la plus nécessaire.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3

SECTION 3 · LES TROIS PATTERNS D'IMPLÉMENTATION

INTERFACE DE DOMAINE · FAÇADE DE TRADUCTION · DSL NEUTRE

◆ PATTERN 1 — L'INTERFACE DE DOMAINE (LE PLUS PROPRE)

L'application définit ses besoins en termes métier. Derrière l'interface, des implémentations concrètes pour chaque fournisseur.

```
# Interface neutre définie par le domaine métier
class DataWarehouse(ABC):
def query(self, sql: str) -> DataFrame: ...
def insert(self, table: str, data: dict) -> None: ...

# Adaptateur BigQuery
class BigQueryWarehouse(DataWarehouse):
def query(self, sql):
return self.client.query(sql).to_dataframe()

# Adaptateur PostgreSQL (migration)
class PostgreSQLWarehouse(DataWarehouse):
def query(self, sql):
return pd.read_sql(sql, self.engine)

# L'application ne change jamais
warehouse: DataWarehouse = BigQueryWarehouse() # ou PostgreSQLWarehouse()
result = warehouse.query("SELECT user_id, revenue FROM sales WHERE date > '2026-01-01'")
```

Changer de fournisseur = changer une ligne de configuration. L'application métier ne sait pas.

◆ PATTERN 2 — LA FAÇADE DE TRADUCTION (MIGRATION SANS RÉÉCRITURE)

Un proxy HTTP qui reçoit les appels API propriétaires et les traduit vers un backend open source. L'application continue d'appeler l'API DynamoDB — mais le proxy redirige vers ScyllaDB ou Cassandra.

```
# Configuration : DYNAMO_ENDPOINT=http://proxy-local:8080
# Le code applicatif ne change pas
dynamodb = boto3.resource('dynamodb', endpoint_url=os.getenv('DYNAMO_ENDPOINT'))
table = dynamodb.Table('users')
table.put_item(Item={'user_id': '123', 'name': 'Amine'})
# En prod : proxy → DynamoDB AWS
# En migration : proxy → ScyllaDB open source
# Zéro modification applicative
```

Projets existants : DynamoDB Local (test), Localstack (émulation complète AWS en local), dynamo-cassandra-proxy (Apache).

◆ PATTERN 3 — LE DSL NEUTRE (LE PLUS AMBITIEUX)

Un langage de requête neutre au-dessus des dialectes propriétaires. L'application parle un DSL commun, la couche de traduction génère le code spécifique au backend.

```
# DSL neutre
result = query.from_table("sales")
.select(["user_id", "revenue"])
.where("date", ">", "2026-01-01")
.limit(1000)
.execute() # traduit vers BigQuery, PostgreSQL, DuckDB...
```

Projets existants dans cet esprit : SQLAlchemy (ORM neutre), dbt (transformation neutre), Ibis (pandas-like API sur BigQuery, DuckDB, Snowflake).

RATIO

4

SECTION 4 · EXEMPLES CONCRETS — BIGQUERY, DYNAMODB, PUB/SUB, S3

POUR CHAQUE SERVICE HYPERSCALER — L'INTERFACE NEUTRE ET L'ADAPTATEUR

◆ BIGQUERY → INTERFACE DATAWAREHOUSE

LOCK-IN SPÉCIFIQUE : SQL étendu (ARRAY_AGG, STRUCT, UNNEST), partition/clustering, UDF JavaScript, ML.PREDICT intégré.

INTERFACE NEUTRE : `DataWarehouse.query(sql: str) → DataFrame` — SQL standard uniquement, pas d'extensions propriétaires.

ALTERNATIVE OPEN SOURCE : DuckDB (analytique in-process, même performance sur petits volumes), PostgreSQL + TimescaleDB (séries temporelles), ClickHouse (analytique colonaire open source).

OUTIL DE MIGRATION INTERMÉDIAIRE : Ibis — même API Python sur BigQuery, DuckDB, Snowflake, PostgreSQL.

◆ DYNAMODB → INTERFACE KEYVALUESTORE

LOCK-IN SPÉCIFIQUE : modèle GSI/LSI (index secondaires globaux/locaux), expressions de condition propriétaires (`attribute_exists`, `begins_with`), DynamoDB Streams.

INTERFACE NEUTRE : `KeyValueStore.get(key) / put(key, value) / query(pk, sk_prefix)`.

ALTERNATIVE OPEN SOURCE : ScyllaDB (compatible DynamoDB API), Cassandra, Redis avec modules.

FAÇADE DE TRADUCTION : dynamo-cassandra-proxy (Apache) — DynamoDB API en façade, Cassandra en backend. Zéro réécriture applicative.

◆ PUB/SUB → INTERFACE MESSAGEQUEUE

LOCK-IN SPÉCIFIQUE : modèle topic/subscription, push/pull, acknowledgment deadline, ordering keys, dead letter topics.

INTERFACE NEUTRE : `MessageQueue.publish(topic, message) / subscribe(topic, handler)`.

ALTERNATIVE OPEN SOURCE : Apache Kafka, RabbitMQ, NATS. Standards : CloudEvents (CNCF) pour le format des messages.

OUTIL CLÉ : CloudEvents + un adaptateur par broker. Le format du message est neutre — seul le transport change.

◆ S3 → LE MODÈLE DE SUCCÈS À DUPLIQUER

S3 est le seul service hyperscaler dont l'API est devenue un standard de facto. MinIO, Ceph, Cloudflare R2, Backblaze B2 implémentent tous l'API S3. L'application parle S3 et peut tourner sur n'importe quel backend compatible. C'est le modèle à reproduire pour les autres services. La leçon : standardiser l'API, pas le service. L'Interface Souveraine pour S3 existe déjà — et elle a libéré des milliers d'organisations du lock-in stockage objet.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5

SECTION 5 · LE COÛT DE L'ABSTRACTION — ET LE COÛT DE NE PAS L'AVOIR

LE CALCUL QUI NE TROMPE PAS

◆ COÛT D'IMPLÉMENTATION D'UNE INTERFACE SOUVERAINE

Pour un service comme BigQuery utilisé dans une application Python de taille moyenne :

Définir l'interface de domaine : 2h — identifier les opérations réellement utilisées, les réduire à un contrat minimal.

Écrire l'adaptateur BigQuery : 4h — wrapper des appels existants derrière l'interface. Souvent c'est refactoring de code existant, pas écriture from scratch.

Écrire les tests de contrat : 3h — tests qui vérifient que tout adaptateur respecte le contrat de l'interface.

Écrire un second adaptateur (DuckDB local) : 3h — prouve que l'interface est réellement neutre et accélère le développement local (pas besoin de GCP en dev).

Total : 12h d'engineering senior — une journée et demie. Coût : ~1 200-2 400€ selon le tarif.

◆ COÛT DE MIGRATION SANS INTERFACE SOUVERAINE

Pour la même application Python, migration BigQuery → PostgreSQL sans couche d'abstraction :

Audit du code : 3 jours — identifier tous les appels BigQuery, tous les idiomes SQL étendus, toutes les fonctions propriétaires utilisées.

Réécriture du code : 10-30 jours selon la complexité — remplacer chaque appel, adapter chaque requête SQL, gérer les différences de types et de comportements.

Tests de régression : 5-10 jours — s'assurer que la réécriture ne casse rien de la logique métier.

Déploiement progressif : 3-5 jours — bascule avec rollback possible.

Total : 21 à 48 jours d'engineering. Coût : 25 000 à 60 000€. Et ce calcul suppose que la migration réussit du premier coup — ce qui est rare.

◆ LE ROI DE L'INTERFACE SOUVERAINE

12h d'investissement initial → économie potentielle de 21 à 48 jours lors d'une migration. Ratio : 1 pour 40 à 96. Mais le vrai retour sur investissement n'est pas dans la migration — c'est dans la liberté de négocier. Une organisation dont l'application est découplée de BigQuery peut dire à Google : "Nous envisageons de migrer vers PostgreSQL dans 6 mois si les conditions tarifaires ne changent pas." Cette liberté de négociation a une valeur que le calcul ne capture pas.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

6

SECTION 6 · LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE COMME CONDITION D'IMPLÉMENTATION

SANS LE DERNIER MOT — L'INTERFACE SOUVERAINE N'EXISTE PAS

L'Interface Souveraine est une décision architecturale. Elle ne peut pas être imposée par un développeur seul. Elle nécessite que le Principal SRE ou l'Architecte Principal ait le dernier mot sur les choix d'architecture — ce que le corpus appelle la Primauté Technique. Sans elle, l'Interface Souveraine est une bonne idée qui meurt au premier sprint planning.

◆ LE SCÉNARIO SANS PRIMAUTÉ TECHNIQUE

Sprint planning. Le développeur backend propose d'appeler BigQuery directement — "c'est plus simple, on a déjà le SDK, ça marchera en deux heures". Le Principal SRE dit "il faut une couche d'abstraction — 12h de travail mais on sera libres de migrer". Le product owner dit "on n'a pas 12h, on a une deadline vendredi". Sans Primauté Technique, c'est le product owner qui gagne. BigQuery est dans le code. La chaîne est dans le code. Et dans 18 mois, quand Google augmente les prix de 40%, la migration coûtera 48 jours.

C'est exactement le Scénario 1 de "La Primauté Technique" — la décision sous-optimale prise pour tenir un délai, dont la dette se matérialise 18 mois plus tard. Avec l'Interface Souveraine, le délai aurait été de 12h de plus. Sans elle, il sera de 48 jours.

◆ L'INTERFACE SOUVERAINE COMME ARGUMENT DE LA PRIMAUTÉ TECHNIQUE

Le Principal SRE qui veut imposer une couche d'abstraction a maintenant un argument chiffré : "12h maintenant, ou 48 jours dans 18 mois. Choisissez." Ce n'est plus une discussion sur les bonnes pratiques architecturales abstraites — c'est un calcul de ROI présentable en CODIR. La Primauté Technique est plus facile à exercer quand elle s'appuie sur des chiffres défendables plutôt que sur des principes d'ingénierie.

◆ LE VETO DOCUMENTÉ — APPLIQUÉ À L'ARCHITECTURE

Si le management décide de passer outre la recommandation d'Interface Souveraine, le Principal SRE documente son veto : "Je déconseille l'appel direct à BigQuery sans couche d'abstraction. Risque estimé : migration forcée sous 2 ans, coût estimé 25 000 à 60 000€. Alternative recommandée : Interface Souveraine, 12h, coût 1 200-2 400€." Ce document protège l'ingénieur. Il documente la décision. Et quand la migration arrive, la chaîne causale est tracée.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

7

SECTION 7 · L'INTERFACE SOUVERAINE DANS LE CORPUS

LA CINQUIÈME COUCHE — ABSTRAIRE POUR SURVIVRE

Le modèle du corpus Opération Dindon avait quatre couches : nommer le corps (Le Ticket et le Talent), le former (Le Socle du Fer), le rendre visible (L'Uniforme du Corps), le protéger (Les Compagnons du Numérique). Cette étude ajoute la cinquième couche — abstraire. Abstraire le code applicatif du dialecte hyperscaler pour que la souveraineté technique soit réelle, pas seulement déclarée.

◆ NULLE SOUVERAINETÉ SANS ABSTRACTION

La thèse "Nulle Souveraineté sans Matière" s'applique au code : nulle souveraineté sans abstraction. Une organisation qui déclare sa souveraineté mais dont le code parle BigQuery n'est pas souveraine — elle est dépendante avec un discours de souveraineté. L'Interface Souveraine est la matière de la souveraineté applicative.

◆ LA SORTIE DOUCE TECHNIQUE

La Sortie Douce documentée pour les ingénieurs DevOps s'applique à l'architecture : migrer progressivement, service par service, sans jour J catastrophique. On branche un nouvel adaptateur. On teste. On bascule. L'application ne sait pas. C'est la sortie douce du cloud hyperscaler.

◆ LE FINOPS DU DERNIER GRAMME

L'abstraction permet de router vers le backend le moins cher selon le contexte. BigQuery pour les gros volumes analytiques en prod. DuckDB local pour le développement (zéro coût). PostgreSQL pour les volumes intermédiaires. L'application ne change pas — seul l'adaptateur change selon l'environnement.

◆ COUCHE 5 — ABSTRAIRE

L'Interface Souveraine
Anti-Corruption Layer
Interface de domaine neutre
→ Découpler pour survivre

◆◆◆

12h pour implémenter. 48 jours pour migrer sans elle.
L'ingénieur qui pose une couche d'abstraction aujourd'hui
est l'ingénieur qui négocie en position de force demain.
Le métal précède le code. L'abstraction protège le code.

◆◆◆

NEMO SUPRA LEGEM EST

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RÉFÉRENTIEL PROFESSIONNEL · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

GUIDE DE NÉGOCIATION CONTRACTUELLE CLOUD

Directions Juridiques · DSI · Acheteurs

Comment lire, comprendre et négocier
vos contrats cloud face aux hyperscalers
dans le cadre du droit français

GUIDE

⚖ DIRECTION JURIDIQUE	DSI	💼 ACHETEUR · DAF
Fondements légaux · Clauses nulles · Stratégie contentieuse	Dépendance technique · Portabilité · Audit de risque	Coût réel · Leviers de négociation · TCO cloud

SOMMAIRE DES 6 FICHES

FICHE 1 · Comprendre le terrain avant de signer
FICHE 2 · Les 5 clauses à refuser ou amender
FICHE 3 · Vos droits opposables sans négocier
FICHE 4 · Stratégie de négociation pratique
FICHE 5 · Checklists par profil
FICHE 6 · Tableau de référence & ressources

Fondé sur l'analyse comparative des CGV AWS et GCP
versions françaises et anglaises · avril–juin 2026

Amine Raiti · Architecte Infrastructure & SRE · SIPS/BCE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Ce document ne constitue pas un conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971.
Pour toute situation spécifique, consultez un avocat spécialisé en droit des nouvelles technologies.

COMPRENDRE LE TERRAIN AVANT DE SIGNER

LES TROIS COUCHES DU VERROUILLAGE CLOUD

Profils concernés : *TOUS PROFILS*

⚠ CE QUE PERSONNE NE VOUS DIT À LA SIGNATURE

Les hyperscalers ne pratiquent pas le vendor lock-in par accident. Il est organisé en trois couches complémentaires. Comprendre ces trois couches est le préalable indispensable à toute négociation efficace — car négocier une couche sans les deux autres revient à sécuriser une porte en laissant les fenêtres ouvertes.

◆ COUCHE 1 · LE CONTRAT — CE QUE VOUS SIGNEZ

FICHE 2 DÉTAILLE CES CLAUSES

Trois mécanismes contractuels structurent le verrouillage :

Engagements non résiliables (Reserved Instances · Capacity Blocks · Savings Plans · Bedrock throughput) : vous payez pour la durée choisie même si vous résiliez l'accord.

Clause de langue : la version française de vos CGV est déclarée "à des fins informatives uniquement" — la version anglaise prime. Vous avez signé un contrat dans une langue qui ne fait pas foi.

Modification unilatérale des prix : l'hyperscaler peut changer ses tarifs à tout moment. Votre seul recours contractuel est de résilier — un droit que les engagements non résiliables vous retirent simultanément.

◆ COUCHE 2 · LES PRIX — CE QUE VOUS PAYEZ POUR PARTIR

FICHE 4 · LEVIER NÉGOCIATION

Même quand le contrat autorise la sortie, les prix la découragent :

Egress fees (frais de sortie des données) : transférer vos données hors du cloud coûte entre 0,08$ et 0,12$/Go selon les régions. Pour 100 To de données, la facture de migration peut atteindre 8 000 à 12 000 € — avant même le coût de la migration technique.

AWS a incorporé un UK Switching Addendum (s. 1.30) et un Data Act Addendum (s. 1.28) — à invoquer explicitement en négociation pour obtenir des engagements chiffrés sur les frais de sortie.

◆ COUCHE 3 · LA TECHNIQUE — CE QUI REND LE DÉPART DOULOUREUX

FICHE 5 · AUDIT DSI

La dépendance technique est indépendante du contrat :

APIs propriétaires : chaque service cloud majeur (Lambda · BigQuery · Azure Cognitive Services) utilise des interfaces non standardisées. Une application construite sur ces APIs ne peut pas migrer sans réécriture partielle.

Formats de données propriétaires : certains services de stockage et bases de données utilisent des formats internes qui nécessitent une transformation à la sortie.

Contre-mesure : exiger dans le contrat un plan de portabilité documenté (formats ouverts · délais · coûts) avant signature. Le Data Act art. 23 vous y donne droit.

◆ PRINCIPE FONDAMENTAL

La négociation contractuelle seule ne suffit pas. Elle doit s'accompagner d'une stratégie technique (réduire la dépendance aux APIs propriétaires) et d'une stratégie financière (quantifier le coût de sortie avant d'entrer). Un contrat bien négocié avec une architecture 100% propriétaire reste un verrouillage. Une architecture ouverte avec un mauvais contrat reste une exposition.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LES 5 CLAUSES À REFUSER OU AMENDER

CE QU'IL FAUT LIRE, COMPRENDRE ET NÉGOCIER

⚖ JURIDIQUE 💼 ACHETEUR

◆ CLAUSE 1 · LA LANGUE DU CONTRAT — CRITIQUE · TOUS HYPERSCALERS

Ce qu'elle dit : "La version française est fournie à des fins informatives uniquement. La version anglaise prévaut."

◆ CE QUE VOUS DEMANDEZ

Exiger par avenant que "la version française du présent contrat constitue la version contractuellement opposable entre les parties." · Fondement : **Loi Toubon art. 5** · **Code Civil art. 1171**

◆ CLAUSE 2 · ENGAGEMENTS NON RÉSILIABLES (5.4.2 · 5.5 · 50.12.3) — CRITIQUE · AWS & GCP

Ce qu'elle dit : "Ne sont pas annulables [...] vous serez facturé pour la durée sélectionnée même si vous résiliez l'Accord."

◆ CE QUE VOUS DEMANDEZ

Exiger une clause de résiliation anticipée pour juste motif (défaillance du fournisseur · changement de circonstances imprévisible · contrainte réglementaire) avec remboursement prorata. · Fondement : **Code Civil art. 1195** (imprévision) · **art. 1217** · **Data Act art. 25**

◆ CLAUSE 3 · MODIFICATION UNILATÉRALE DES PRIX — CRITIQUE · TOUS HYPERSCALERS

Ce qu'elle dit : "Nous pouvons modifier la tarification à tout moment."

◆ CE QUE VOUS DEMANDEZ

Exiger (1) un préavis minimum de 90 jours avant toute hausse tarifaire ; (2) un droit de résiliation sans pénalité dans les 30 jours suivant la notification. · Fondement : **Code Civil art. 1193** · **Code Commerce L.442-1**

◆ CLAUSE 4 · SUSPENSION SANS PRÉAVIS (Section 1.4) — ÉLEVÉE · TOUS HYPERSCALERS

Ce qu'elle dit : "Nous pouvons supprimer l'accès à tout contenu ou suspendre les services sans préavis."

◆ CE QUE VOUS DEMANDEZ

Exiger une procédure contradictoire minimale : notification écrite · délai de réponse de 5 jours ouvrés · sauf urgence réelle définie objectivement. · Fondement : **Code Civil art. 1226** · **Code Commerce L.442-1 II**

◆ CLAUSE 5 · DONNÉES D'UTILISATION POUR L'IA (Section 1.20 · 50.3) — MOYENNE · TOUS HYPERSCALERS

Ce qu'elle dit : "Nous pouvons utiliser vos données d'interaction pour améliorer les services." — et dans certains cas pour entraîner les modèles IA.

◆ CE QUE VOUS DEMANDEZ

Exiger l'activation explicite de l'opt-out IA (AWS Organizations AI Services opt-out policy) et sa confirmation écrite. Vérifier que le DPA (Data Processing Addendum) exclut l'entraînement des modèles sur vos données. · Fondement : **RGPD art. 5(1)(b)** · **art. 6**

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

VOS DROITS OPPOSABLES SANS NÉGOCIER

CE QUE LE DROIT VOUS DONNE DÉJÀ · SANS DEMANDER LA PERMISSION

⚖ *JURIDIQUE*

⚠ PRINCIPE ESSENTIEL

Certaines clauses des CGV hyperscalers sont nulles de plein droit en droit français, indépendamment de toute négociation. Vous n'avez pas à les accepter — elles ne produisent pas d'effet juridique, même si vous les avez "signées". Un contrat d'adhésion ne peut pas déroger à des dispositions d'ordre public.

◆ DROITS ISSUS DU CODE CIVIL FRANÇAIS

Art. 1171 · Dans un contrat d'adhésion, toute clause créant un déséquilibre significatif est réputée non écrite. Les engagements non résiliables + modification unilatérale des prix = déséquilibre manifeste → clause nulle.

Art. 1195 · Si un changement de circonstances imprévisible rend l'exécution excessivement onéreuse, vous pouvez demander la renégociation. Ce droit s'applique même si votre contrat dit "non résiliable".

Art. 1217 · 1226 · Toute partie peut résoudre le contrat en cas d'inexécution grave par l'autre partie. Une clause supprimant ce droit est nulle.

Arrêt Chronopost (Cass. com. 1996) · Une clause qui vide l'obligation essentielle du prestataire de sa substance est réputée non écrite. S'applique aux clauses de Capacity Blocks (service non rendu mais non remboursable).

◆ DROITS ISSUS DU DATA ACT EUROPÉEN (UE 2023/2854)

Art. 23 · Les contrats de services cloud doivent être rédigés dans la langue de l'État membre du client. La clause stipulant que la version anglaise prime est contraire à ce règlement.

Art. 25 · Toute clause contractuelle faisant obstacle au changement de fournisseur de services cloud est inopposable. Les engagements non résiliables au-delà d'une durée raisonnable entrent dans cette catégorie.

◆ COMMENT L'INVOQUER

En négociation, citez expressément le Data Act art. 25 et demandez à ce que l'addendum Data Act (AWS s. 1.28) soit explicitement activé et documenté dans votre contrat.

◆ DROITS ISSUS DU DROIT DE LA CONCURRENCE

Code Commerce L.442-1 · Engage la responsabilité de tout partenaire commercial qui impose des conditions manifestement abusives. La combinaison "non résiliable + modification des prix à tout moment" constitue une pratique abusive documentée.

◆ RECOURS DISPONIBLE

Saisine de la DGCCRF · dépôt de plainte pour pratiques commerciales abusives · action en justice devant le tribunal de commerce. Ces recours sont indépendants de votre contrat.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

STRATÉGIE DE NÉGOCIATION PRATIQUE

COMMENT NÉGOCIER QUAND VOUS ÊTES UNE PME FACE À UN HYPERSCALER

💼 ACHETEUR · ⚖ JURIDIQUE · 📱 DSI

◆ LE MYTHE DES CGV NON NÉGOCIABLES — À DÉCONSTRUIRE EN PREMIER

Les hyperscalers présentent leurs CGV comme non négociables. C'est faux pour les clients à partir d'un certain volume et faux en droit — les clauses contraires à l'ordre public ne sont pas négociées, elles sont nulles. Ce qui est réellement négociable : les addendums contractuels · les SLA personnalisés · les engagements de portabilité · les plafonds de hausse tarifaire · les clauses de résiliation pour juste motif. La négociation ne s'ouvre pas en demandant "puis-je modifier vos CGV ?" — elle s'ouvre en proposant un avenant spécifique sur un point précis.

◆ LEVIER 1 · LE MULTI-CLOUD

Un acheteur captif d'un seul fournisseur n'a aucun levier. Un acheteur qui peut crédiblement migrer vers un concurrent a un rapport de force. Même une architecture partiellement multi-cloud (stockage chez un fournisseur alternatif · services critiques sur deux clouds) suffit à changer la dynamique de négociation. Documentez cette capacité avant d'entrer en négociation.

◆ LEVIER 2 · LE VOLUME

Les hyperscalers segmentent leurs clients. En dessous de 100K€/an de consommation, la négociation est limitée. Au-delà, des équipes dédiées existent précisément pour négocier. Si vous êtes en dessous du seuil, regroupez-vous : associations professionnelles · groupements d'achats · centrales d'achat publiques. Le Data Act crée un droit opposable indépendamment du volume.

◆ LES 5 QUESTIONS À POSER AVANT DE SIGNER — TOUS PROFILS

- ☐ **La version française est-elle contractuellement opposable ?** Si la réponse n'est pas un "oui" écrit, n'acceptez pas la clause de langue standard.
- ☐ **Quel est le coût total de sortie ?** Egress fees · coût de migration · délai · format d'export des données. Exigez une réponse chiffrée par écrit avant signature.
- ☐ **Quelles sont les conditions de résiliation anticipée ?** Aucun engagement ferme ne devrait être conclu sans clause de résiliation pour juste motif.
- ☐ **Comment les prix peuvent-ils évoluer ?** Exigez un plafond de hausse annuelle ou un préavis minimum avec droit de sortie associé.
- ☐ **Vos données sont-elles utilisées pour entraîner des modèles IA ?** Exigez l'activation de l'opt-out et sa confirmation écrite dans l'addendum DPA.

◆ QUAND FAIRE INTERVENIR UN AVOCAT · QUAND SAISIR UN RÉGULATEUR

Avocat : dès que l'engagement dépasse 50K€/an ou 12 mois de durée. Le coût d'un audit contractuel (2 000–5 000€) est marginal face au risque d'un engagement non résiliable mal négocié. **DGCCRF :** si un hyperscaler refuse explicitement de retirer une clause que vous avez identifiée comme nulle au regard du Code Civil art. 1171 ou du Data Act art. 25 — le refus lui-même est documentable et saisissable.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CHECKLISTS PAR PROFIL · AVANT SIGNATURE

CE QUE CHAQUE ACTEUR DOIT VÉRIFIER CONCRÈTEMENT

⚖ DIRECTION JURIDIQUE — 8 POINTS

- ☐ Identifier quelle version linguistique fait foi — demander confirmation écrite que la version FR est contractuelle.
- ☐ Lister tous les engagements fermes (Reserved Instances · Capacity Blocks · Savings Plans · Bedrock throughput) et leur durée totale.
- ☐ Vérifier l'existence et le contenu du Data Processing Addendum — confirmer l'exclusion de l'entraînement IA sur vos données.
- ☐ Identifier les clauses réputées non écrites de plein droit (art. 1171 · art. 1195 · Data Act art. 25) et les documenter.
- ☐ Vérifier si l'addendum Data Act (AWS s. 1.28) est activé — sinon, l'exiger expressément.
- ☐ Identifier la clause de juridiction applicable et évaluer son opposabilité (CPC art. 48 · Bruxelles I bis).
- ☐ Préparer un avenant type sur les 5 clauses de la Fiche 2 — à soumettre avant signature.
- ☐ Documenter tout refus de modifier une clause nulle — pour saisine DGCCRF si nécessaire.

🖥 DSI — 6 POINTS

- ☐ Cartographier le niveau de dépendance aux APIs propriétaires : quels services pourraient migrer sur une alternative open-source ou multi-cloud ?
- ☐ Identifier les formats de stockage des données critiques — sont-ils exportables dans un format standard ouvert ?
- ☐ Chiffrer le volume de données à transférer en cas de migration — calculer le coût d'egress associé.
- ☐ Vérifier si les services IA utilisés activent l'opt-out training — sinon, activer via AWS Organizations ou équivalent GCP/Azure.
- ☐ Préparer un plan de portabilité documenté — même hypothétique : délais · outils · coûts estimés.
- ☐ Évaluer la faisabilité d'une architecture multi-cloud partielle comme levier de négociation.

💼 ACHETEUR · DAF — 6 POINTS

- ☐ Calculer le coût total de possession (TCO) incluant le coût de sortie : contrat + egress + migration technique + délai.
- ☐ Identifier tous les engagements non résiliables et leur impact budgétaire en cas de changement stratégique.
- ☐ Négocier un plafond de hausse tarifaire annuelle (ex. : indexé à l'IPC) ou un préavis minimum de 90 jours.
- ☐ Vérifier que les fonds prépayés (formation · crédits) ont une clause de remboursement prorata en cas de défaillance du fournisseur.
- ☐ Documenter le rapport de consommation vs engagement — pour anticiper les renouvellements et éviter les tacites reconductions coûteuses.
- ☐ Obtenir une confirmation écrite des frais d'egress applicables avant signature — et les intégrer au budget de sortie prévisionnel.

CHECK

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAU DE RÉFÉRENCE & RESSOURCES

FONDEMENTS LÉGAUX · COMPARATIF HYPERSCALERS · CONTACTS

TOUS PROFILS

Clause critique	AWS	GCP	Fondement FR
Langue du contrat	EN prime · chaque page	EN prime · s.14.18	Loi Toubon · art. 2 Const.
Engagements non résiliables	s.5.4.2 · 5.5 · 50.12.3	s.2.1 non-cancellable	Art.1171 · 1195 · Data Act 25
Modification prix unilatérale	s.50.12.3 · s.5.4.1	s.2.6 (EN seulement)	Art.1193 · L.442-1
Suspension sans préavis	s.1.4	s.4.2	Art.1226 · L.442-1 II
Remboursement si résiliation	Prorata si AWS résilie ✓	Aucun · s.8.8	Art.1217 · R.212-2
Data Act Addendum	Présent s.1.28 ✓	Absent	Data Act art.23
Portabilité / switching	UK Addendum s.1.30 ✓	Absent	Data Act art.25
Données pour entraîner l'IA	s.1.20 · 50.3 · opt-out requis	s.4.3 · opt-out requis	RGPD art.5(1)(b) · art.6

◆ FONDEMENTS LÉGAUX CLÉS

Loi Toubon 1994 art.5 · Primauté du français
Code Civil art.1171 · Déséquilibre significatif
Code Civil art.1193 · Modification unilatérale
Code Civil art.1195 · Imprévision
Code Civil art.1217 · Résolution
Code Civil art.1226 · Résolution unilatérale
Code Conso L.212-1 · Clauses abusives
Code Conso R.212-2 · Liste noire
Code Commerce L.442-1 · Pratiques abusives
Arrêt Chronopost (1996) · Clause vidant l'essentiel
Data Act (UE) 2023/2854 · art.23 · 25
RGPD · art.5(1)(b) · 6 · 13-14

◆ RESSOURCES & CONTACTS

DGCCRF
Signalement en ligne : signal.conso.gouv.fr
Enquêtes clauses abusives B2B

CNIL
plainte.cnil.fr
Traitement des données · RGPD

Data Act
Texte : eur-lex.europa.eu
Règlement UE 2023/2854

Analyses CGV sources
AWS FR vs EN · AWS DE vs EN
AWS EN vs droit britannique
GCP FR vs EN · GCP DE vs EN
Amine RAITI · juin 2026

Ce guide est fondé sur l'analyse comparative des CGV AWS (versions FR/EN/DE · avril–mai 2026) et GCP (versions FR/EN/DE · 2022–2026). Les références légales sont celles en vigueur au 8 juin 2026 · Ce document ne constitue pas un conseil juridique · Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

Summum ius, summa iniuria — Cicéron

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GUIDE DE SORTIE CLOUD · FICHE A · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

FICHE DE COMBAT DU JURISTE

Quoi invoquer · Quand l'invoquer · Pourquoi l'account manager a tort

À l'usage exclusif des Directions Juridiques d'entreprise
face aux account managers AWS · Google Cloud · Microsoft Azure
Marché français · Droit en vigueur juin 2026

5 Arguments AM décryptés	**8** Clauses nulles de plein droit	**4** Recours disponibles	**0** Conseil juridique individualisé

SOMMAIRE

◆ Page 2 · Les 5 arguments AM et leurs réponses juridiques
◆ Page 3 · Ce qui est nul de plein droit sans négocier
◆ Page 4 · Les recours disponibles si blocage
◆ Page 5 · Principes d'une mise en demeure efficace

Ce document ne constitue pas un conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971.
Pour toute situation spécifique, consultez un avocat spécialisé en droit du numérique.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Fondé sur 19 analyses juridiques des CGV AWS · GCP · Azure

Opération Dindon

LES 5 ARGUMENTS DE RÉTENTION · RÉPONSES JURIDIQUES EXACTES

CE QUE DIT L'ACCOUNT MANAGER · CE QUE DIT LE DROIT

À utiliser en réunion · Références vérifiables · Fondements opposables

◆ ARGUMENT 1 · "Votre engagement est non résiliable — c'est dans le contrat" — RÉFUTABLE

Ce que dit l'AM : *AWS s.5.4.2 · Azure EES · GCP s.2.1 stipulent des engagements non annulables. "Vous avez signé — vous devez payer jusqu'au terme."*

Ce que dit le droit : ***Code Civil art. 1195*** *(imprévision) : si un changement de circonstances imprévisible rend l'exécution excessivement onéreuse, vous pouvez demander la renégociation.* ***Art. 1171*** *: dans un contrat d'adhésion, toute clause créant un déséquilibre significatif est réputée non écrite.* ***Data Act art. 25*** *: toute clause faisant obstacle au changement de fournisseur est inopposable.*

◆ ARGUMENT 2 · "La version française de nos CGV ne fait pas foi" — RÉFUTABLE · ILLÉGAL

Ce que dit l'AM : *"Notre contrat stipule que la version anglaise prime. C'est stipulé dans les CGV que vous avez acceptées."*

Ce que dit le droit : ***Loi Toubon art. 5*** *: tout contrat conclu avec une personne morale de droit français pour son activité doit être rédigé en français, la version française faisant foi.* ***Constitution art. 2.*** *La clause de substitution est elle-même contraire à une loi d'ordre public — elle ne peut pas produire d'effet.* ***Code Civil art. 1171*** *: nulle de plein droit.*

◆ ARGUMENT 3 · "Les frais d'egress sont dans notre grille tarifaire, pas dans les CGV" — RÉFUTABLE

Ce que dit l'AM : *"Les frais de transfert de données sont publics et disponibles sur notre site. Vous les connaissiez en signant."*

Ce que dit le droit : ***Code Civil art. 1112-1*** *: obligation précontractuelle d'information — une information déterminante pour le consentement doit être communiquée spontanément. Si les egress fees n'ont pas été chiffrés sur votre volume de données au moment de la signature, l'information était incomplète.* ***Data Act art. 25*** *: un obstacle tarifaire au changement de fournisseur est inopposable au même titre qu'un obstacle contractuel.*

◆ ARGUMENT 4 · "Nous pouvons modifier nos prix à tout moment" — RÉFUTABLE · NULE DE PLEIN DROIT

Ce que dit l'AM : *"Notre contrat prévoit que nous pouvons réviser les tarifs. GCP s.2.6 · AWS s.50.12.3. Votre seul recours est de ne pas renouveler."*

Ce que dit le droit : ***Code Civil art. 1193*** *: les contrats ne peuvent être modifiés que du consentement mutuel — clause nulle.* ***Code Commerce L.442-1*** *: la modification unilatérale de prix engage la responsabilité de l'auteur.* ***Art. 1195*** *: si la hausse de prix rend l'exécution excessivement onéreuse, droit de renégociation ouvert.*

◆ ARGUMENT 5 · "Nous pouvons suspendre vos services sans préavis" — RÉFUTABLE

Ce que dit l'AM : *"AWS s.1.4 · GCP s.4.2 nous autorisent à suspendre sans préavis. C'est dans les conditions que vous avez acceptées."*

Ce que dit le droit : ***Code Civil art. 1226*** *: la résolution unilatérale est possible en cas d'inexécution — mais elle suppose une mise en demeure préalable sauf urgence réelle définie objectivement. Une clause accordant un pouvoir discrétionnaire absolu de suspension sans critère objectif est contraire à* ***L.442-1 II Code Commerce*** *(rupture brutale de relation commerciale établie).*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CE QUI EST NUL DE PLEIN DROIT SANS NÉGOCIER

8 CLAUSES QUE VOUS N'AVEZ PAS À ACCEPTER

Ces clauses ne produisent pas d'effet juridique même si elles ont été "acceptées" · Droit d'ordre public français

⚠ PRINCIPE FONDAMENTAL

Un contrat d'adhésion ne peut pas déroger à des dispositions d'ordre public. Les clauses listées ci-dessous sont contraires à des normes impératives du droit français ou européen. Elles sont réputées non écrites de plein droit — sans qu'il soit nécessaire de les avoir formellement contestées au moment de la signature.

Clause	Où la trouver	Fondement
Primauté de la version anglaise sur la version française	AWS en-tête · GCP s.14.18 · Azure MOSA	Loi Toubon art. 5 · Constitution art. 2
Non-résiliabilité absolue même après résiliation de l'accord	AWS s.5.4.2 · 5.5 · Azure EES Savings Plans	CC art. 1171 · 1195 · Data Act art. 25
Modification unilatérale des prix sans droit de résiliation associé	AWS s.50.12.3 · GCP s.2.6 · Azure Product Terms	CC art. 1193 · L.442-1
Exclusion totale de remboursement en cas de résiliation	GCP s.8.8 · Azure EES Blocs de Capacité	CC art. 1217 · Chronopost 1996 · R.212-2
Modification mensuelle automatique des conditions sans notification	Azure Product Terms (1er du mois)	CC art. 1119 · CC art. 1193
Juridiction exclusive d'un tribunal étranger dans un contrat d'adhésion	GCP s.14.12 (Californie) · Azure MOSA (Washington)	CPC art. 48 · Bruxelles I bis
Renonciation aux droits issus de la Directive 2018/1972 (EES)	EES Microsoft EN · absente version FR	Dir. 2018/1972 art. 102/105/107 · CC art. 1171
Clause visant à vider l'obligation essentielle du prestataire de sa substance	Capacity Blocks : payés, service coupé sans préavis	Arrêt Chronopost 1996 · CC art. 1170

◆ COMMENT INVOQUER CES NULLITÉS EN RÉUNION

Ne pas demander la permission de ne pas appliquer ces clauses. Constater leur nullité. Formulation recommandée : *"Cette clause est contraire à [article]. Elle est réputée non écrite de plein droit en droit français. Nous considérons qu'elle ne nous est pas opposable et nous souhaitons que votre équipe juridique confirme votre position sur ce point par écrit."* Demander une confirmation écrite est un acte procédural utile — un refus de l'account manager de confirmer par écrit documente lui-même le désaccord.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LES RECOURS DISPONIBLES SI BLOCAGE

QUAND LA NÉGOCIATION NE SUFFIT PLUS

◆ RECOURS 1 · DGCCRF — PRATIQUES COMMERCIALES ABUSIVES

GRATUIT · SANS AVOCAT

QUAND : refus explicite de retirer une clause que vous avez identifiée comme nulle au regard du Code Commerce L.442-1 ou du Code Civil art. 1171.

COMMENT : signal.conso.gouv.fr (particuliers) · formulaire de signalement professionnel sur dgccrf.fr · joindre les CGV concernées, le fondement légal invoqué, et le refus écrit ou silence de l'account manager.

> ◆ EFFET PRATIQUE
>
> La DGCCRF peut déclencher une enquête sectorielle. Une plainte individuelle n'aboutit pas forcément à une action immédiate — mais elle crée un dossier et contribue à une qualification systémique. Pour les marchés publics, une saisine conjointe de plusieurs organisations renforce significativement l'effet.

◆ RECOURS 2 · DATA ACT ART. 25 — INVOCABILITÉ DIRECTE

SANS AVOCAT · IMMÉDIAT

QUAND : le fournisseur oppose une clause contractuelle pour bloquer votre migration ou maintenir un engagement non résiliable.

COMMENT : notifier par écrit au fournisseur que la clause invoquée est contraire au **RÈGLEMENT (UE) 2023/2854 ART. 25** et qu'elle est inopposable de plein droit. Ce règlement européen est d'applicabilité directe — pas besoin de loi de transposition française. Demander confirmation écrite sous 15 jours.

> ◆ EFFET PRATIQUE
>
> La notification écrite au titre du Data Act crée une obligation de réponse pour le fournisseur. Un silence ou un refus est documentable et transmissible à la Commission Européenne (DG CNECT) ou à l'autorité compétente désignée par la France (en cours de désignation au 1er juin 2026).

◆ RECOURS 3 · TRIBUNAL DE COMMERCE — ACTION EN NULLITÉ DE CLAUSE

AVOCAT RECOMMANDÉ

QUAND : enjeu financier supérieur à 50 000 € · engagement pluriannuel non résiliable avec impact opérationnel majeur · refus documenté du fournisseur de reconnaître la nullité.

FONDEMENTS CUMULATIFS : CODE CIVIL ART. 1171 (déséquilibre significatif) + **ART. 1195** (imprévision) + **CODE COMMERCE L.442-1** (pratique abusive). La combinaison de ces trois fondements est particulièrement solide pour les engagements non résiliables avec modification unilatérale des prix.

◆ RECOURS 4 · REP — SI MARCHÉ PUBLIC

SANS AVOCAT POSSIBLE

QUAND : votre organisation est une entité publique ou semi-publique ayant signé un marché avec un hyperscaler. Le REP (Recours pour Excès de Pouvoir) peut être formé contre le refus de l'administration de résilier un contrat dont les CGV incorporées sont illégales.

COMMENT : adresser d'abord une demande formelle de résiliation à l'entité publique signataire · en cas de refus ou silence de 2 mois → REP devant le Tribunal Administratif via Télérecours Citoyens (telerecours.fr) · ministère d'avocat non obligatoire pour le REP.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PRINCIPES D'UNE MISE EN DEMEURE EFFICACE

STRUCTURER SA POSITION AVANT TOUTE ACTION FORMELLE

⚠ RAPPEL — CE DOCUMENT NE CONSTITUE PAS UN MODÈLE DE LETTRE

Les principes ci-dessous permettent de structurer une position juridique cohérente. La rédaction d'un courrier de mise en demeure dans une situation spécifique relève du conseil juridique individualisé. Pour tout enjeu supérieur à 50 000 € ou pour un marché public, l'assistance d'un avocat spécialisé est recommandée.

◆ PRINCIPE 1 · DOCUMENTER AVANT D'AGIR — PRÉALABLE INDISPENSABLE

Toute action formelle doit être précédée d'une documentation précise : version exacte des CGV applicables avec leur date · identification des clauses invoquées par le fournisseur avec leur référence exacte · historique des échanges avec l'account manager (emails, comptes-rendus de réunion) · quantification de l'impact financier de la clause contestée. Un dossier bien documenté avant toute mise en demeure est la condition d'une action efficace.

◆ PRINCIPE 2 · HIÉRARCHISER LES FONDEMENTS — STRATÉGIQUE

Une mise en demeure efficace invoque les fondements dans l'ordre de leur force : d'abord les nullités d'ordre public (Loi Toubon · Data Act art. 25 · Code Civil art. 1171) qui ne nécessitent aucune démonstration de préjudice · ensuite les fondements nécessitant une démonstration (art. 1195 imprévision · L.442-1 pratique abusive). Commencer par les fondements les plus solides évite de diluer la position.

◆ PRINCIPE 3 · DEMANDER UNE RÉPONSE ÉCRITE — TACTIQUE

Toute communication avec l'account manager doit être suivie d'une demande de confirmation écrite de sa position. Un account manager qui refuse de confirmer par écrit que la clause est maintenue signale soit une incertitude juridique interne, soit une instruction de ne pas créer de trace. Les deux situations sont utiles. Un silence pendant 15 jours peut être formalisé comme refus implicite dans un recours ultérieur.

◆ PRINCIPE 4 · CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE — ERREURS À ÉVITER

Ne pas signer d'avenant "commercial" sans faire vérifier qu'il ne contient pas une renonciation implicite aux droits invoqués.

Ne pas accepter un crédit de consommation en échange d'un remboursement en numéraire — un crédit est du vendor lock-in tarifaire supplémentaire.

Ne pas renouveler partiellement un contrat sans avoir d'abord audité quelles clauses nouvelles s'appliquent au renouvellement.

Ne pas confondre absence de réponse de l'AM avec accord tacite — les modifications contractuelles ne peuvent pas s'imposer par silence du client.

Fondé sur les analyses juridiques CGV AWS (FR/EN · avr.–mai 2026) · GCP (FR/EN · 2022–2026) · Azure MOSA & EES (janv.–juin 2026)

SUMMUM IUS, SUMMA INIURIA — CICÉRON · Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Amine RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GUIDE DE SORTIE CLOUD · FICHE B · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

L'AUDIT DE DÉPENDANCE DU DSI

Mesurer le niveau de dépendance avant de décider de partir

À l'usage exclusif des Directions des Systèmes d'Information
et des architectes infrastructure · AWS · Google Cloud · Microsoft Azure
Marché français · Droit en vigueur juin 2026

AUDIT

3	4	15	1
Couches de dépendance	Stratégies de sortie	Questions pré-renouvellement	Grille d'évaluation

SOMMAIRE

◆ Page 2 · Les 3 couches de dépendance
◆ Page 3 · La grille d'évaluation par service
◆ Page 4 · Les 4 stratégies de sortie technique
◆ Page 5 · 15 questions pré-renouvellement

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Ce document ne constitue pas un conseil juridique

Opération Dindon

LES 3 COUCHES DE DÉPENDANCE — CARTOGRAPHIER AVANT DE DÉCIDER

CE QUI VOUS RETIENT VRAIMENT

◆ COUCHE 1 · DÉPENDANCE CONTRACTUELLE — CE QUE LE JURISTE GÈRE

IDENTIFIER EN PREMIER

Ce que vous devez extraire de votre compte de facturation et de vos contrats :

Reserved Instances / Savings Plans : durée restante en mois × tarif mensuel = exposition financière totale. À extraire depuis la console de facturation (AWS Cost Explorer · GCP Billing · Azure Cost Management).

Capacity Blocks Azure : non annulables, non remboursables. À identifier dans les Product Terms EES ou MOSA et dans les commandes actives.

Engagements Bedrock throughput (AWS) : non résiliables même après résiliation de l'accord. À identifier dans la console AWS Bedrock sous "Provisioned Throughput".

◆ CE QUE CELA SIGNIFIE POUR LA SORTIE

Ces engagements sont le plancher financier incompressible d'une sortie. Une migration progressive laisse ces engagements courir jusqu'à leur terme naturel pendant qu'on migre le reste. Une résiliation anticipée (possible sous certains fondements légaux) nécessite l'intervention du juriste.

◆ COUCHE 2 · DÉPENDANCE TARIFAIRE — LES EGRESS FEES

QUANTIFIER AVANT TOUT

Méthode de calcul du coût de sortie des données :

Étape 1 : Identifier le volume total de données stockées par service (S3/GCS/Azure Blob · bases de données · data warehouses · logs).

Étape 2 : Appliquer le tarif d'egress Internet du fournisseur (AWS : 0,08–0,09 $/Go · GCP : 0,08–0,12 $/Go · Azure : 0,07–0,09 $/Go). Pour 100 To : fourchette 7 000–12 000 € selon fournisseur et région.

*Étape 3 : Demander au fournisseur une simulation écrite du coût d'egress sur votre volume exact. Ce chiffre écrit est opposable dans une négociation au titre du **Data Act art. 25**.*

◆ POINT D'ATTENTION

Certains transferts vers Internet sont partiellement exemptés (Azure : 5 Go/mois gratuits · AWS : transferts vers certains services AWS gratuits). Calculer le coût net après exemptions avant de présenter le chiffre à la direction.

◆ COUCHE 3 · DÉPENDANCE TECHNIQUE — LES APIS PROPRIÉTAIRES

ÉVALUER PAR SERVICE

Trois niveaux de dépendance technique :

Niveau 1 — Faible : service utilisant des standards ouverts (S3-compatible storage · PostgreSQL managed · Kubernetes). Migration possible en quelques semaines.

Niveau 2 — Moyen : service avec API propriétaire mais alternative open-source viable (Lambda → OpenFaaS · BigQuery → ClickHouse · Azure Functions → Knative). Migration nécessite un refactoring partiel : quelques semaines à quelques mois.

Niveau 3 — Fort : service sans équivalent direct (AWS Bedrock · Google Vertex AI · Azure OpenAI · certains services managés de ML). Migration nécessite une réécriture substantielle ou un changement d'approche : plusieurs mois.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LA GRILLE D'ÉVALUATION — SERVICE PAR SERVICE

CARTOGRAPHIER SA DÉPENDANCE AVANT DE DÉCIDER

⚠ MODE D'EMPLOI

Remplir ce tableau pour chaque service cloud utilisé. La colonne "Score" est la somme des trois niveaux : un service noté Faible/Faible/Faible est le premier candidat à la migration. Un service noté Fort/Fort/Fort doit être maintenu jusqu'à la fin de son engagement naturel pendant qu'on migre le reste. Ce document est un outil de priorisation, pas une décision de migration.

Service / Usage	Dép. contractuelle	Dép. tarifaire (egress)	Dép. technique (API)
Stockage objet (S3 · GCS · Blob)	MOYEN Souvent sous Savings	FORT Volume = coût egress	FAIBLE Standards S3-compat.
BDD managée (RDS · Cloud SQL · Azure SQL)	MOYEN Souvent résiliable	MOYEN Export possible	FAIBLE PostgreSQL/MySQL std
Calcul serverless (Lambda · Functions)	FAIBLE Pay-as-you-go	FAIBLE Peu de données	MOYEN Refactoring requis
Data warehouse (BigQuery · Redshift · Synapse)	MOYEN Committed use	FORT Volume important	FORT SQL propriétaire
IA générative (Bedrock · Vertex · Azure OpenAI)	FORT Throughput non rés.	FAIBLE Peu d'egress	FORT API sans équivalent
Kubernetes managé (EKS · GKE · AKS)	FAIBLE Résiliable	MOYEN Données applicatives	FAIBLE K8s standard
Identité & IAM (Cognito · Identity Platform · Entra)	FAIBLE Résiliable	FAIBLE Données légères	FORT Forte intégration
CDN & réseau (CloudFront · Cloud CDN · Azure CDN)	FAIBLE Résiliable	FORT Egress CDN élevé	FAIBLE Standards HTTP

AUDIT

◆ PRIORITÉS DE MIGRATION

FAIBLE/FAIBLE/FAIBLE → Migrer en premier · impact minimal

MOYEN → Planifier sur 3–6 mois

FORT → Laisser courir jusqu'à terme naturel

◆ RÈGLE PRATIQUE

Commencer par migrer ce qui ne coûte rien à sortir. Cela réduit la facture globale et crée un précédent opérationnel utile pour les migrations plus complexes.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LES 4 STRATÉGIES DE SORTIE TECHNIQUE

CHOISIR LA STRATÉGIE ADAPTÉE À SON PROFIL

◆ STRATÉGIE 1 · LIFT AND SHIFT — MIGRATION À L'IDENTIQUE

RAPIDE · COÛT MODÉRÉ

PRINCIPE : reproduire l'architecture existante chez un autre fournisseur cloud sans réécriture applicative. Convient aux workloads containerisés (Kubernetes) ou aux architectures IaaS classiques.

AVANTAGES : délai court (4–12 semaines) · risque opérationnel faible · coût de migration maîtrisé.

LIMITES : ne réduit pas la dépendance aux services managés propriétaires · le lock-in se transfère d'un fournisseur à l'autre si on choisit des services équivalents chez le nouveau fournisseur.

> ◆ QUAND L'UTILISER
>
> Workloads IaaS ou conteneurisés sans dépendance forte aux services managés · budget de migration limité · délai de sortie court imposé par la direction.

◆ STRATÉGIE 2 · REFACTORING PROGRESSIF — SUBSTITUTION DES APIS PROPRIÉTAIRES

LONG · ROI ÉLEVÉ

PRINCIPE : remplacer les APIs propriétaires par des alternatives ouvertes ou multi-cloud (Lambda → OpenFaaS/Knative · BigQuery → ClickHouse/DuckDB · Bedrock → modèles open-source hébergés).

AVANTAGES : réduit structurellement le lock-in technique · améliore la portabilité à long terme · chaque service migré est un levier de négociation supplémentaire.

LIMITES : délai long (6–18 mois selon la complexité) · coût de développement élevé · nécessite une montée en compétence des équipes.

> ◆ QUAND L'UTILISER
>
> Organisation avec des équipes techniques solides · enjeu de coût cloud supérieur à 500 k€/an · décision stratégique de long terme de réduction de la dépendance.

◆ STRATÉGIE 3 · MULTI-CLOUD — RÉPARTITION SANS SORTIE TOTALE

LEVIER DE NÉGOCIATION

PRINCIPE : répartir les workloads sur plusieurs fournisseurs pour réduire la dépendance à un seul et créer un vrai levier de négociation. Même une présence partielle chez un concurrent crédibilise la menace de migration.

AVANTAGES : levier de négociation immédiat · continuité opérationnelle assurée · réduction du risque de concentration.

LIMITES : complexité opérationnelle accrue · coûts de formation et d'outillage · ne supprime pas les engagements non résiliables existants.

◆ STRATÉGIE 4 · RETOUR ON-PREMISE PARTIEL — POUR LES DONNÉES SENSIBLES

CONFORMITÉ · DONNÉES SENSIBLES

PRINCIPE : rapatrier les données et workloads sensibles sur des infrastructures internes hébergées en France, conformément à la circulaire "Cloud au centre" (Borne, 31 mai 2023) pour les entités publiques.

AVANTAGES : élimine la problématique du CLOUD Act américain · conformité totale avec la doctrine "Cloud au centre" · maîtrise totale des données.

> ◆ QUAND L'UTILISER
>
> Données de santé · données fiscales · données personnelles sensibles · entités publiques soumises à la doctrine "Cloud au centre".

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

15 QUESTIONS À POSER AVANT DE SIGNER OU RENOUVELER

CE QU'UNE MAUVAISE RÉPONSE SIGNIFIE

🔵 QUESTIONS TECHNIQUES

- ☐ **Quels services utilisent des APIs propriétaires non portables ?** Mauvaise réponse : "Tous nos services sont standards." À demander par écrit avec liste exhaustive.
- ☐ **Quel est le coût d'egress estimé sur notre volume actuel de données ?** Mauvaise réponse : renvoi à la grille tarifaire sans estimation sur votre volume spécifique.
- ☐ **Dans quel format nos données sont-elles exportables ?** Format propriétaire = dépendance technique. Exiger format ouvert documenté.
- ☐ **Quels outils de migration fournissez-vous si nous décidons de partir ?** Absence d'outil = obstacle au switching au sens du Data Act art. 25.
- ☐ **Vos SLA sont-ils garantis contractuellement ou "best effort" ?** "Best effort" dans un engagement non résiliable = déséquilibre significatif.
- ☐ **Quels sont les délais de préavis pour chaque service avant suppression ?** Absence de délai = risque de coupure sans préavis (AWS s.1.4).
- ☐ **Où sont hébergées physiquement nos données et nos clés de chiffrement ?** Clés gérées par le fournisseur aux USA = exposition CLOUD Act.

🔴 QUESTIONS CONTRACTUELLES

- ☐ **Quelle version linguistique des CGV fait foi ?** "La version anglaise prime" = Loi Toubon art. 5 violée. Demander confirmation écrite que la version française est contractuellement opposable.
- ☐ **Quels engagements ne peuvent pas être résiliés en cas de changement de stratégie ?** Liste exhaustive requise avec montants et durées. Absence de liste = risque de surprise.
- ☐ **Sous quelles conditions les Product Terms peuvent-ils être modifiés ?** "À tout moment sans préavis" = Code Civil art. 1193 violé.
- ☐ **Les egress fees sont-ils plafonnés ou négociables dans notre contrat ?** Absence de plafond = obstacle tarifaire au switching (Data Act art. 25).
- ☐ **Quel tribunal est compétent en cas de litige ?** Tribunal étranger = CPC art. 48 · inopposable en France dans un contrat d'adhésion.
- ☐ **Avez-vous signé le Data Act Addendum ?** Absence = droits Data Act art. 23-25 non formalisés contractuellement. AWS l'a incorporé (s.1.28) — demander l'équivalent à GCP et Azure.
- ☐ **Les frais d'ingestion sont-ils garantis à 0 pour la durée du contrat ?** Les fournisseurs peuvent introduire des frais d'ingestion — à verrouiller contractuellement.
- ☐ **Votre opt-out IA (désactivation de l'entraînement des modèles sur nos données) est-il activé et confirmé par écrit ?** Non-confirmation = RGPD art. 6 · consentement non établi.

Fondé sur les analyses juridiques CGV AWS · GCP · Azure · MOSA & EES · juin 2026

PER ASPERA AD ASTRA · *Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Amine RAITI*

AUDIT

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GUIDE DE SORTIE CLOUD · FICHE C · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

LE COÛT RÉEL DE LA CAPTIVITÉ

Ce que votre contrat cloud vous coûte vraiment

À l'usage des Directions Financières et Directions Générales

AWS · Google Cloud · Microsoft Azure · Marché français · Juin 2026

RATIO

5	3	3	3
Coûts cachés identifiés	Scénarios comparés	Profils d'organisation	Questions clés en réunion AM

SOMMAIRE

- Page 2 · Le coût réel de la captivité
- Page 3 · La matrice rester vs partir vs multi-cloud
- Page 4 · Budgéter une sortie
- Page 5 · L'argument pour la direction

Amine Raiti · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Ce document ne constitue pas un conseil juridique

Opération Dindon

LE COÛT RÉEL DE LA CAPTIVITÉ

CE QUE VOS CONTRATS CLOUD NE VOUS DISENT PAS À LA SIGNATURE

◆ COÛT 1 · EGRESS FEES — LE MUR D'ENCEINTE TARIFAIRE

NON CONTRACTUALISÉ À LA SIGNATURE

Les egress fees (frais de sortie des données vers Internet) ne figurent dans aucune clause CGV — ils sont dans la grille tarifaire publiée séparément. Un décideur qui signe un contrat cloud n'en voit généralement pas le montant.

Volume données	AWS	GCP	Azure
10 To	800–900 €	800–1 200 €	700–900 €
100 To	8 000–9 000 €	8 000–12 000 €	7 000–9 000 €
1 Po (grande org.)	80–90 k€	80–120 k€	70–90 k€

Ces montants sont les frais d'egress seuls, avant tout coût de migration technique.

◆ COÛT 2 · ENGAGEMENTS NON RÉSILIABLES — L'EXPOSITION FINANCIÈRE INVISIBLE

À QUANTIFIER IMMÉDIATEMENT

Formule : Exposition = Σ (durée restante en mois × tarif mensuel) pour chaque engagement non résiliable. Reserved Instances AWS · Savings Plans AWS/Azure · Capacity Blocks Azure · Bedrock Throughput AWS · Committed Use Discounts GCP — aucun de ces engagements n'est remboursé en cas de résiliation anticipée (GCP s.8.8 : aucun remboursement · Azure EES : 12% de frais + plafond 50 000$/an).

◆ EXEMPLE CONCRET

100 Reserved Instances AWS à 2 000 $/mois chacune sur 3 ans avec 18 mois restants = 3 600 000 $ d'exposition financière incompressible si résiliation immédiate. Ce montant n'apparaît nulle part dans les tableaux de bord standard.

◆ COÛTS 3, 4, 5 · MIGRATION · FORMATION · DOUBLE-RUN

SOUVENT SOUS-ESTIMÉS

Coût de migration technique : fourchette 10–30% du coût cloud annuel selon la complexité. Inclut le refactoring des APIs propriétaires, les tests, la validation des données.

Coût de formation : montée en compétence des équipes sur la nouvelle plateforme · certifications · perte de productivité transitoire.

Coût de double-run : période pendant laquelle les deux environnements coexistent (typiquement 3–6 mois). Les engagements non résiliables continuent d'être facturés pendant cette période.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LA MATRICE DE DÉCISION — RESTER · PARTIR · MULTI-CLOUD

COMPARER LES TROIS SCÉNARIOS SUR 5 CRITÈRES

Critère	Rester	Partir	Multi-cloud
Coût total à 3 ans	Connu mais captif	Élevé à court terme	Moyen · complexe
Risque contractuel	Élevé · CGV modifiables	Réduit après migration	Partagé sur 2 fournisseurs
Flexibilité stratégique	Faible · dépendant	Forte · liberté totale	Moyenne · améliorée
Conformité réglementaire	Exposée · CLOUD Act	Maîtrisée si souverain	Partielle
Effort opérationnel	Faible · statu quo	Élevé · 6–18 mois	Moyen · continu

◆ PME < 100 k€/an cloud

Recommandation : Multi-cloud ou sortie partielle. À ce niveau, les engagements non résiliables sont généralement faibles. Le levier principal est la négociation contractuelle (clauses nulles) + refus de renouveler les Savings Plans.

◆ ETI 100 k€–1 M€/an cloud

Recommandation : Audit d'abord, décision ensuite. L'exposition financière peut être significative. Cartographier les engagements non résiliables avant toute décision. Saisir le juriste pour invoquer les clauses nulles comme levier de renégociation.

◆ Grande organisation > 1 M€/an cloud

Recommandation : Programme de migration pluriannuel avec séquençage par couches. Coût de sortie potentiellement élevé (egress + engagements + migration) mais exposition réglementaire également élevée (CLOUD Act · Data Act · Directive 2018/1972). Le ROI de la migration dépend directement de la durée des engagements restants — audit contractuel obligatoire avant décision. Faire appel à un avocat spécialisé et à un accompagnement technique pour les enjeux > 500 k€ de coût de migration estimé.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LE BUDGET COMPLET D'UNE MIGRATION

⚠ AVERTISSEMENT SUR LES ESTIMATIONS

Les fourchettes ci-dessous sont indicatives et fondées sur des observations sectorielles générales. Elles varient significativement selon la taille de l'organisation, la complexité de l'architecture, le niveau de dépendance aux APIs propriétaires et la stratégie de migration choisie. Ces chiffres sont destinés à cadrer un budget prévisionnel — non à constituer un devis.

Poste de coût	Base de calcul	Souvent oublié ?
Egress fees de sortie des données	Volume Go × tarif/Go fournisseur	**OUI · hors CGV**
Engagements non résiliables restants	Durée restante × tarif mensuel	**OUI · souvent ignoré**
Refactoring des APIs propriétaires	10–30% du coût cloud annuel	**OUI · sous-estimé**
Période de double-run (3–6 mois)	Coût cloud actuel × durée double-run	**OUI · systématique**
Formation équipes sur nouvelle plateforme	Nb personnes × coût certif. × nb certif.	PARFOIS
Validation et tests post-migration	10–20% du coût de migration technique	PARFOIS
Accompagnement juridique	2 000–10 000 € selon complexité	**NON · bien cadré**

◆ QUAND LA SORTIE EST-ELLE RENTABLE ?

La migration est financièrement rentable quand le coût total de la captivité sur 3 ans (facture cloud + risque contractuel + exposition réglementaire) dépasse le coût total de la migration. Cette comparaison doit inclure le coût de l'inaction réglementaire (CLOUD Act · Data Act) et le risque de hausse tarifaire unilatérale pendant les engagements non résiliables. Pour une organisation dont la facture cloud excède 500 k€/an, une analyse de rentabilité formelle est justifiée avant toute décision.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

L'ARGUMENT POUR LA DIRECTION

PRÉSENTER LE RISQUE DE CAPTIVITÉ AU COMITÉ DE DIRECTION

◆ LES 3 ANGLES QUI FONT RÉAGIR UN COMITÉ DE DIRECTION

STRATÉGIQUE

Angle 1 — Risque financier : "Notre exposition aux engagements non résiliables représente X millions d'euros. Si notre stratégie change, si nos revenus baissent, si nous sommes acquis, ces engagements continuent d'être facturés. Ce risque n'est pas dans notre tableau de bord." → Présenter le calcul de l'exposition financière totale (Fiche B · Couche 1).

Angle 2 — Risque réglementaire : "Nos données sont soumises au CLOUD Act américain. Les CGV que nous avons signées nous placent sous juridiction de l'État de Washington. Le Data Act européen de 2023 nous donne des droits que nos contrats n'intègrent pas encore." → Référence à l'analyse EES Microsoft : marché de 152 M€ Éducation nationale sous droit américain.

Angle 3 — Risque stratégique : "Nous ne pouvons pas changer de fournisseur sans un coût prohibitif. Cela signifie que notre fournisseur peut modifier ses prix dans 6 mois et notre seul recours sera de payer ou de migrer en urgence." → Présenter la clause de modification unilatérale des prix (AWS s.50.12.3 · GCP s.2.6) combinée à la non-résiliabilité des engagements.

◆ 3 QUESTIONS À POSER À L'ACCOUNT MANAGER EN RÉUNION DE RENOUVELLEMENT

À POSER PAR ÉCRIT AVANT LA RÉUNION

Question 1 : "Pouvez-vous confirmer par écrit que la version française de vos CGV est contractuellement opposable et que la version anglaise ne prime pas ?" — La réponse documente soit la conformité, soit la violation de la Loi Toubon.

Question 2 : "Quel sera notre coût total d'egress si nous migrons l'intégralité de nos données dans 12 mois ? Pouvez-vous nous fournir cette estimation par écrit ?" — La réponse documente le coût de sortie. Une absence de réponse est elle-même un signal.

Question 3 : "En cas de modification de vos Product Terms dans les 12 prochains mois, à quelles conditions pouvons-nous résilier nos engagements en cours sans pénalité ?" — La réponse documente exactement le niveau de flexibilité réel vs le discours commercial.

◆ POURQUOI "NOUS AVONS TOUJOURS FAIT COMME ÇA" N'EST PLUS SUFFISANT

Le Data Act européen (2023/2854) est entré en vigueur. Il rend inopposables les clauses qui font obstacle au changement de fournisseur. Le marché mondial évolue : AWS a incorporé un Data Act Addendum (s.1.28) et un UK Switching Addendum (s.1.30) sous pression réglementaire. Ce qui était acceptable contractuellement en 2020 est aujourd'hui contestable. L'inaction face à des clauses identifiées comme illégales n'est pas une position neutre — c'est un risque documenté.

Fondé sur les analyses juridiques CGV AWS · GCP · Azure · MOSA & EES · juin 2026 · Débat parlementaire n°5312

Nemo supra legem est · Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Amine RAITI

GUIDE DE SORTIE CLOUD · FICHE D · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

LES 5 ÉTAPES D'UNE SORTIE RÉUSSIE

De la décision à la résiliation effective

Guide opérationnel · Toutes Directions · Séquence complète

AWS · Google Cloud · Microsoft Azure · Marché français · Juin 2026

1	→	2	→	3	→	4	→	5
Déclencher l'audit		Audit contractuel		Audit technique		Négociation		Exécution migration
J-0		J+7 à J+21		J+14 à J+45		J+30 à J+60		J+45 à J+180

OPERA

SOMMAIRE — 6 PAGES

- ◆ Page 2 · Étapes 1 & 2 — Décider et auditer
- ◆ Page 3 · Étapes 3 & 4 — Préparer et négocier
- ◆ Page 4 · Étape 5 — Exécuter la sortie
- ◆ Page 5 · Scénario de blocage fournisseur
- ◆ Page 6a · Tableau de bord — partie 1 (étapes 1–3)
- ◆ Page 6b · Tableau de bord — partie 2 (étapes 4–5)

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Ce document ne constitue pas un conseil juridique

Opération Dindon

ÉTAPES 1 & 2 — DÉCIDER ET AUDITER

DE LA DÉCISION À LA NOTE JURIDIQUE INTERNE

◆ ÉTAPE 1 · DÉCLENCHER L'AUDIT — J-0

RESPONSABLE : DIRECTION GÉNÉRALE · DSI

Qui décide : La décision d'audit ne doit pas encore signifier une décision de migration. C'est une décision d'information. Elle est prise par la DG ou le DSI sur la base d'un ou plusieurs déclencheurs : baisse des revenus · acquisition en cours · renouvellement de contrat dans moins de 6 mois · hausse tarifaire annoncée par le fournisseur · contrainte réglementaire nouvelle.

Premières informations à rassembler : liste de tous les contrats cloud actifs avec dates d'expiration · liste de tous les engagements non résiliables avec montants et durées · dernière version des CGV applicables (vérifier si ce sont des Product Terms ou un contrat-cadre).

Ce qu'on ne dit pas encore au fournisseur : ne pas informer l'account manager d'un audit de sortie avant d'avoir complété l'étape 2. Une information prématurée peut déclencher des appels commerciaux qui créent de la confusion dans la prise de décision interne.

◆ DURÉE ESTIMÉE

2 à 4 semaines pour rassembler les informations de base. Si les contrats ne sont pas facilement accessibles en interne, c'est en soi un signal de risque contractuel.

◆ ÉTAPE 2 · AUDIT CONTRACTUEL — J+7 À J+21

RESPONSABLE : DIRECTION JURIDIQUE

Identifier tous les engagements en cours : date d'expiration · montant mensuel · conditions de résiliation anticipée · pénalités éventuelles (Azure : 12% + plafond 50 k$/an · AWS/GCP : aucune exception de remboursement).

Cartographier les clauses nulles de plein droit (voir Fiche A · Page 3) : primauté version anglaise · non-résiliabilité absolue · modification unilatérale des prix sans droit de résiliation · juridiction étrangère. Ces clauses réduisent l'exposition financière réelle par rapport à ce que le fournisseur affichera.

Produire la note juridique interne : document de synthèse à destination de la DG et du DSI listant l'exposition financière réelle (en déduisant les clauses nulles), les fondements légaux invocables, et les recours disponibles si blocage.

◆ RÉSULTAT ATTENDU

À l'issue de l'étape 2 : la DG et le DSI savent exactement ce qu'ils peuvent résilier légalement aujourd'hui, ce qui est non résiliable et jusqu'à quand, et ce que la sortie coûterait dans le meilleur et le pire des cas.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTAPES 3 & 4 — PRÉPARER ET NÉGOCIER

AUDIT TECHNIQUE · FINANCIER · NÉGOCIATION AVEC LE FOURNISSEUR

◆ ÉTAPE 3 · AUDIT TECHNIQUE ET FINANCIER — J+14 À J+45

RESPONSABLE : DSI · DAF

DSI — Cartographier les dépendances : utiliser la grille d'évaluation de la Fiche B (Page 3) pour noter chaque service · identifier les services migrables rapidement vs les services à forte dépendance technique · calculer le coût d'egress sur le volume réel de données.

DSI — Choisir la stratégie de migration : parmi les 4 stratégies de la Fiche B (Page 4), identifier laquelle correspond au profil de l'organisation. Cette décision conditionne le budget et le délai.

DAF — Modéliser le coût total de sortie : utiliser les postes de la Fiche C (Page 4) · additionner egress + engagements restants + refactoring + double-run + formation · comparer avec le coût de captivité à 3 ans (facture actuelle × 3 + risque de hausse tarifaire).

◆ RÉSULTAT ATTENDU

À l'issue de l'étape 3 : la DG dispose d'un comparatif chiffré rester vs partir et d'un budget de migration validé. La décision formelle de migration (ou de renégociation) peut être prise.

◆ ÉTAPE 4 · NÉGOCIATION AVEC LE FOURNISSEUR — J+30 À J+60

RESPONSABLE : JURIDIQUE · DAF · DSI

Quand ouvrir la négociation : après l'étape 2 (audit contractuel terminé) · jamais avant d'avoir identifié les clauses nulles et les fondements légaux. Ouvrir la négociation avec un dossier incomplet expose à des concessions inutiles.

Comment utiliser les clauses nulles comme levier : notifier par écrit que certaines clauses sont contraires à la Loi Toubon · au Code Civil art. 1171 · au Data Act art. 25. Demander une position écrite du fournisseur. Ce n'est pas une menace — c'est un constat juridique documenté.

Ce qu'on peut obtenir sans aller en justice : réduction des frais d'egress pour la migration · allongement des délais de résiliation sans pénalité · ajout d'un Data Act Addendum (AWS l'a fait sous pression réglementaire) · modification des clauses de droit applicable.

◆ LES 3 ERREURS À NE PAS FAIRE EN NÉGOCIATION

Ne pas signer un avenant "commercial" sans vérification par le juriste qu'il ne contient pas de renonciation aux droits invoqués.

Ne pas accepter un crédit de consommation en lieu et place d'un remboursement en numéraire — c'est du vendor lock-in tarifaire supplémentaire.

Ne pas renouveler partiellement sans avoir d'abord audité quelles nouvelles clauses s'appliquent au renouvellement.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉTAPE 5 — EXÉCUTER LA SORTIE

SÉQUENCE DE MIGRATION RECOMMANDÉE · J+45 À J+180

◆ SÉQUENCE RECOMMANDÉE — DANS CET ORDRE

RESPONSABLE : DSI

Phase 1 — Les données d'abord : exporter et valider les données avant toute chose. La perte de données lors d'une migration est le risque le plus critique et le plus irréversible. Vérifier l'intégrité des données exportées avant de supprimer quoi que ce soit côté fournisseur source.

Phase 2 — Les services stateless ensuite : microservices sans état, APIs, services de traitement de données. Risque opérationnel faible, réversibilité maximale. C'est la phase qui démontre la faisabilité de la migration à l'ensemble de l'organisation.

Phase 3 — Les services stateful : bases de données, files de messages, services d'identité. Nécessite une période de synchronisation entre source et destination. Délai de double-run inévitable.

Phase 4 — Les services non résiliables maintenus : les Savings Plans, Reserved Instances et autres engagements non résiliables continuent d'être facturés pendant la migration. Les maintenir actifs jusqu'à leur terme naturel réduit le coût total de la sortie.

◆ COMMUNICATION INTERNE — GÉRER LES ÉQUIPES PENDANT LA MIGRATION

RESPONSABLE : DSI · DRH

Les migrations cloud impactent les équipes techniques qui ont développé des compétences sur les plateformes source. Une communication interne claire sur les raisons de la migration (stratégiques, financières, réglementaires) et sur le plan de montée en compétence réduit le risque de résistance et de turnover pendant la période critique.

La documentation de la migration (décisions d'architecture, scripts de migration, tests de validation) est un actif organisationnel qui doit être produit et conservé. Elle protège l'organisation en cas de litige avec le fournisseur source sur l'état des données au moment de la sortie.

◆ VALIDATION POST-MIGRATION

RESPONSABLE : DSI · JURIDIQUE

Avant de résilier formellement les services source : vérifier l'intégrité des données migrées · valider les performances applicatives sur la nouvelle plateforme · confirmer la conformité réglementaire (RGPD · Data Act · "Cloud au centre" pour les entités publiques).

Conserver pendant 5 ans les preuves de la migration (exports datés · logs de validation · correspondances avec le fournisseur source) en prévision d'un éventuel litige ultérieur sur des engagements non résiliables ou des frais contestés.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SCÉNARIO DE BLOCAGE — QUE FAIRE SI LE FOURNISSEUR S'OPPOSE

QUAND LA MIGRATION RENCONTRE UN OBSTACLE CONTRACTUEL

◆ SITUATION A · Le fournisseur oppose une clause non résiliable

RÉPONSE JURIDIQUE DISPONIBLE

Réponse immédiate : notifier par écrit (email avec accusé de réception) que la clause invoquée est contraire au ***Data Act (UE 2023/2854) art. 25*** *(inopposabilité des obstacles contractuels au changement de fournisseur) et au* ***Code Civil art. 1171*** *(déséquilibre significatif dans un contrat d'adhésion). Demander une confirmation écrite de la position juridique du fournisseur dans les 15 jours.*

Si le fournisseur maintient sa position : saisir la DGCCRF (signal.conso.gouv.fr pour les professionnels) avec le dossier documenté · contacter un avocat spécialisé en droit du numérique pour une mise en demeure formelle · si entité publique : REP possible devant le Tribunal Administratif *(voir Fiche A · Page 4).*

◆ SITUATION B · Le fournisseur applique des frais d'egress prohibitifs

LEVIER DATA ACT ART. 25

Réponse immédiate : notifier que les frais d'egress constituent un obstacle tarifaire au changement de fournisseur au sens du ***Data Act art. 25****. Demander une exonération ou une réduction significative dans le cadre de la migration, en référence aux engagements de portabilité que le règlement impose aux fournisseurs de services cloud. AWS a incorporé un Switching Addendum sous pression réglementaire — utiliser ce précédent pour GCP et Azure.*

◆ SITUATION C · Le fournisseur suspend les services pendant la migration

URGENCE

Réponse immédiate : documenter la suspension (captures d'écran · logs · correspondances) · notifier par écrit que la suspension constitue une inexécution du contrat au sens du ***Code Civil art. 1217*** *· saisir en urgence un avocat pour référé commercial ou référé-provision selon l'enjeu financier.*

◆ RÈGLE ABSOLUE EN SITUATION DE BLOCAGE

Tout échange avec le fournisseur doit être documenté par écrit. Un appel téléphonique avec un account manager ne constitue pas une position opposable. Exiger systématiquement une confirmation écrite de la position du fournisseur sur chaque point contesté.

Ce document ne constitue pas un conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971 · Pour tout blocage, consulter un avocat spécialisé

Per aspera ad astra · Nemo supra legem est · CC BY-NC-SA 4.0 · Amine RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAU DE BORD DE LA SORTIE — PARTIE 1/2 · ÉTAPES 1 À 3

CHECKLIST MAÎTRESSE — À UTILISER EN RÉUNION DE PILOTAGE

⚖ JURIDIQUE · 📘 DSI · 💼 DAF · ★ DG

ÉTAPE 1 · DÉCLENCHER L'AUDIT — RESPONSABLE : DG · DSI

☐ Identifier le(s) déclencheur(s) de la décision d'audit	★ DG	J-0
☐ Rassembler tous les contrats cloud actifs avec dates d'expiration	⚖ JUR	J-0 à J+7
☐ Lister tous les engagements non résiliables (montants + durées restantes)	⚖ JUR	J+7
☐ Décider de ne pas informer le fournisseur à ce stade	★ DG	J-0

ÉTAPE 2 · AUDIT CONTRACTUEL — RESPONSABLE : DIRECTION JURIDIQUE

☐ Identifier les clauses nulles de plein droit (art. 1171 · Loi Toubon · Data Act art. 25)	⚖ JUR	J+7 à J+14
☐ Calculer l'exposition financière totale réelle (avec et sans clauses nulles)	💼 DAF	J+14
☐ Identifier les recours disponibles si blocage (DGCCRF · Data Act · Tribunal)	⚖ JUR	J+14
☐ Produire la note juridique interne pour présentation à la DG	⚖ JUR	J+21

ÉTAPE 3 · AUDIT TECHNIQUE ET FINANCIER — RESPONSABLE : DSI · DAF

☐ Cartographier les dépendances techniques par service (grille Fiche B)	📘 DSI	J+14 à J+30
☐ Calculer le coût d'egress sur volume réel de données	📘 DSI	J+21
☐ Choisir la stratégie de migration (lift & shift · refactoring · multi-cloud · on-premise)	📘 DSI	J+30
☐ Modéliser le coût total de sortie · comparer avec coût captivité 3 ans	💼 DAF	J+45

ÉTAPE 4 · NÉGOCIATION AVEC LE FOURNISSEUR — J+30 À J+60

☐ Préparer le dossier de négociation (clauses nulles + fondements Data Act art. 25)	⚖ JUR	J+30
☐ Adresser les 3 questions écrites à l'account manager (Fiche C · Page 5)	⚖ JUR	J+30
☐ Documenter toutes les réponses écrites du fournisseur	⚖ JUR	*En continu*
☐ Vérifier tout avenant proposé par le fournisseur avant signature	⚖ JUR	*Avant signature*
☐ Décision formelle GO / NO GO migration par la DG sur base des résultats étapes 2, 3 et 4	★ DG	J+60

ÉTAPE 5 · EXÉCUTION MIGRATION — J+45 À J+180

☐ Exporter et valider l'intégrité des données (avant tout autre action)	📘 DSI	*Phase 1*
☐ Migrer les services stateless · valider en production	📘 DSI	*Phase 2*
☐ Migrer les services stateful · période de double-run · synchronisation	📘 DSI	*Phase 3*
☐ Valider la conformité RGPD · Data Act · "Cloud au centre" (entités publiques)	⚖ JUR	*Phase 4*
☐ Conserver les engagements non résiliables jusqu'à terme naturel · ne pas résilier prématurément	💼 DAF	*Tout au long*
☐ Archiver pendant 5 ans toutes les preuves de migration (exports · logs · correspondances)	⚖ JUR	*Phase finale*

OPERA

Fondé sur les analyses juridiques CGV AWS · GCP · Azure · MOSA & EES · juin 2026

SUMMUM IUS, SUMMA INIURIA — CICÉRON · NEMO SUPRA LEGEM EST

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Pas de conseil juridique · Amine RAITI

GUIDE DE SORTIE CLOUD · FICHE E · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

LE VERROUILLAGE DES COMPÉTENCES

DRH · Change Management · Product Owners · Directions Métiers

Les deux faces invisibles du vendor lock-in :
le verrouillage des compétences (Skills Lock-in) que subissent les équipes techniques
et le verrouillage par la demande (Demand Lock-in) que génèrent les directions métiers

◆ THÈSE CENTRALE

Le skills lock-in est la couche de verrouillage la plus durable. Une entreprise qui migre techniquement vers une stack ouverte mais dont les équipes continuent de penser en termes de "Lambda functions" et de "BigQuery datasets" n'a pas vraiment migré. Et une direction métier qui exprime ses besoins en produits nommés ("je veux Azure OpenAI") plutôt qu'en fonctionnalités ("je veux un service d'inférence LLM") ferme la concurrence avant que la DSI ne commence à négocier.

HUMAN

5	10	5	6
Profils de résistance	Reformulations PO	Questions PO obligatoires	Couches de verrouillage

SOMMAIRE

◆ Page 2 · Partie 1 — Skills Lock-in · Anatomie & profils
◆ Page 3 · Partie 1 — Plan de transformation des compétences
◆ Page 4 · Partie 2 — Demand Lock-in · PO & Directions Métiers
◆ Page 5 · Synthèse · 6 couches · Plan d'action commun 6 mois

Ce document ne constitue pas un conseil juridique au sens de la loi du 31 décembre 1971 ni un conseil RH individualisé.
Pour toute situation spécifique, consultez un cabinet spécialisé en transformation digitale et gestion du changement.

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Paris

Document public · CC BY-NC-SA 4.0

SKILLS LOCK-IN — ANATOMIE & 5 PROFILS DE RÉSISTANCE

Le verrouillage des compétences est la couche la plus durable car elle est la seule à être invisible dans un bilan comptable

◆ ANATOMIE DU SKILLS LOCK-IN — COMMENT IL SE FORME

STRUCTUREL

AWS compte 12 certifications officielles. GCP 11. Azure 9+. Ces programmes sont **GRATUITS OU FORTEMENT SUBVENTIONNÉS PAR LES HYPERSCALERS EUX-MÊMES** — parce qu'un ingénieur certifié AWS est un ingénieur dont la valeur marchande dépend de la continuité d'AWS dans son entreprise. Ce n'est pas de la malveillance : c'est de l'écosystème. Le biais d'attachement fonctionne dans les deux sens. L'ingénieur ne veut pas déprécier sa certification. L'entreprise ne veut pas perdre l'ingénieur. Résultat : personne ne propose de migrer.

5 PROFILS DE RÉSISTANCE — NATURE · LEVIER · CE QU'ON NE DIT PAS

① L'INGÉNIEUR "FULL HYPERSCALER" — CERTIFIÉ AWS/GCP/AZURE · >3 ANS SUR LA PLATEFORME

Résistance : peur explicite de la perte de valeur marchande. "Si on quitte AWS, mes certifications ne valent plus rien."

Levier : montrer que CKAD, CKA, Linux Foundation, OpenTofu certifications sont plus portables et mieux rémunérées à long terme. Les compétences hyperscaler = niche. Les compétences ouvertes = marché.

Ce qu'on ne dit pas : sa résistance est rationnelle à court terme. Ne pas la nier — la contextualiser sur 3–5 ans de carrière.

② L'INGÉNIEUR "CONFORT MANAGED SERVICES" — DEVOPS · SRE · OPS

Résistance : peur du travail opérationnel supplémentaire. "Avant, je cliquais dans la console. Maintenant je dois gérer des fichiers de config à 2h du matin."

Levier : montrer que l'IaC moderne (Terraform/OpenTofu · Helm · ArgoCD) réduit le travail manuel autant que la console. Le diff n'est pas la quantité de travail mais sa nature.

Ce qu'on ne dit pas : les consoles hyperscaler sont des chefs-d'œuvre d'UX conçus pour créer cette dépendance. La nommer aide à la dépasser.

③ L'INGÉNIEUR SENIOR "J'AI CONSTRUIT TOUT ÇA" — >5 ANS SUR L'ARCHITECTURE EXISTANTE

Résistance : attachement identitaire à l'architecture. "C'est moi qui ai conçu ce système. Le remettre en question, c'est remettre en question mes décisions."

Levier : l'embarquer comme *architecte de la migration*, pas comme cible de la migration. Sa connaissance de l'existant est irremplaçable. Il devient l'expert le plus précieux du projet.

Ce qu'on ne dit pas : c'est souvent lui qui a les meilleures raisons de migrer — il connaît les dettes techniques que personne d'autre ne voit.

④ LE MANAGER D'ÉQUIPE — CHEF D'ÉQUIPE TECH · HEAD OF ENGINEERING

Résistance : peur des délais et de l'impact sur les OKRs. "Si la migration prend 6 mois, je rate mes objectifs Q3. Mon évaluation va en pâtir."

Levier : donner des chiffres réalistes de migration par couche (voir tableau page 3) · montrer que les migrations progressives n'impactent pas la production · négocier des OKRs de migration spécifiques.

Ce qu'on ne dit pas : sa résistance est souvent un signal que le projet n'a pas été défendu au niveau N+1. Le problème est hiérarchique, pas technique.

⑤ LE MANAGEMENT INTERMÉDIAIRE — TECH LEAD · SCRUM MASTER · CHEF DE PROJET

Résistance : résistance passive et invisible. Ni opposition franche ni soutien actif. Priorise les bugs de production sur les tickets de migration. "On verra après la release."

Levier : intégrer explicitement la migration dans les sprints avec des user stories et des définitions de done claires · nommer un champion de migration dans chaque squad · rendre la résistance visible et adressable.

Ce qu'on ne dit pas : c'est le profil le plus dangereux parce qu'il est le moins visible. Son sabotage inconscient peut faire dérailler un projet de migration sans jamais apparaître dans un compte-rendu de comité de pilotage.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PLAN DE TRANSFORMATION DES COMPÉTENCES — 3 PHASES

◆ CARTOGRAPHIE COMPÉTENCES ACTUELLES → COMPÉTENCES REQUISES

PRÉALABLE INDISPENSABLE

Compétence hyperscaler	Équivalent ouvert	Delta	Durée formation
AWS Lambda / Cloud Functions / Azure Functions	OpenFaaS · Knative · Fission	Faible	2–4 semaines
CloudWatch / Cloud Monitoring / Azure Monitor	OpenTelemetry + Prometheus + Grafana + Loki	Moyen	3–6 semaines
BigQuery SQL / Redshift / Azure Synapse	ClickHouse SQL · DuckDB	Faible	1–3 semaines
EKS / GKE / AKS	k3s · k0s · Kubernetes vanilla	Faible	1–3 semaines
Terraform (BSL) + console AWS/GCP/Azure	OpenTofu + IaC déclaratif	Faible	1–2 semaines
RDS / Cloud SQL / Azure SQL	PostgreSQL + PgBouncer self-managed	Moyen	3–6 semaines
SageMaker / Vertex AI / Azure ML	vLLM + Ray + MLflow + Hugging Face	Élevé	2–3 mois
S3 / GCS / Azure Blob (SDK AWS)	MinIO (SDK S3 identique) · Scaleway	Nul	0 — zéro refactoring

PLAN DE FORMATION EN 3 PHASES

PHASE 1 · MOIS 1 — SENSIBILISATION · OBJECTIF : LEVER L'ANXIÉTÉ, CRÉER LA CURIOSITÉ

Sessions de découverte des alternatives (pas de formation technique) · Partage de retours d'expérience de migrations réussies · Démonstrations live de ClickHouse, OpenTelemetry, k3s · Aucune pression sur les timelines · L'objectif est de rendre les alternatives *réelles* aux yeux des équipes, pas de les convaincre de migrer.

PHASE 2 · MOIS 2–3 — PILOTE · OBJECTIF : PROUVER SUR UN CAS RÉEL NON-CRITIQUE

Un projet non-critique migré par une équipe *volontaire* (jamais imposée) · Double compétence maintenue pendant la période · Feedback documenté et partagé à toute l'équipe · Les volontaires deviennent les formateurs internes naturels de la phase 3 · En cas d'échec partiel : documenter pourquoi, pas qui.

PHASE 3 · MOIS 4–6 — DÉPLOIEMENT · OBJECTIF : GÉNÉRALISER SANS BRUTALISER

Formation par vagues de 4–6 personnes · Les anciens ingénieurs hyperscaler deviennent formateurs internes (valorisation, pas dépréciation) · Certification sur standards ouverts valorisée dans les entretiens annuels · Intégration dans les fiches de poste et les critères d'évaluation · La migration devient un projet de montée en compétence, pas de remplacement.

HUMAN

◆ CE QUE LE CHANGE MANAGER NE DOIT PAS FAIRE

- ❌ Présenter la migration comme une critique des décisions passées
- ❌ Former tout le monde simultanément — créer des vagues et des ambassadeurs
- ❌ Mesurer uniquement la vitesse de migration — mesurer aussi la qualité de la montée en compétence
- ❌ Promettre une timeline irréaliste ("on migre en 2 semaines")
- ❌ Ignorer la résistance passive du management intermédiaire
- ❌ Supprimer les accès à l'ancienne plateforme avant que l'équipe soit à l'aise sur la nouvelle

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

DEMAND LOCK-IN — COMMENT LES MÉTIERS DEVIENNENT CO-AUTEURS DU VERROUILLAGE

Ce n'est pas la DSI qui a choisi Azure OpenAI. C'est la direction Marketing qui voulait un copilote IA.

◆ ANATOMIE DU DEMAND LOCK-IN

INVISIBLE DANS LES ANALYSES DE RISQUE HABITUELLES

Le demand lock-in fonctionne parce que les directions métiers expriment des besoins en termes de **PRODUITS NOMMÉS** plutôt qu'en termes de **FONCTIONNALITÉS**. "Je veux Azure OpenAI" au lieu de "je veux un service d'inférence LLM compatible API OpenAI". "Je veux BigQuery" au lieu de "je veux un entrepôt de données OLAP requêtable sur de grands volumes". Ce glissement sémantique transforme un besoin fonctionnel en engagement fournisseur avant même que la DSI ne commence à évaluer les alternatives. La DSI n'est alors plus prescriptrice — elle est exécutante d'une décision que les métiers ont déjà prise.

◆ GUIDE DE REFORMULATION — 10 EXEMPLES PAR DIRECTION

À SYSTÉMATISER AVANT TOUTE DEMANDE DSI

❌ Demande en produit nommé	✅ Reformulation fonctionnelle (ouvre la concurrence)
🎯 *Marketing · "On veut Azure OpenAI pour notre chatbot client"*	"On veut un service d'inférence LLM · API OpenAI-compatible · latence <2s · 1 000 requêtes/jour · données client non transmises à un tiers pour entraînement"
📊 *Data · "On veut BigQuery pour notre data warehouse"*	"On veut un entrepôt OLAP capable de requêter 5 To · réponse <5s · 10 analysts simultanés · export CSV/Parquet natif · SQL standard"
⚙️ *Ops · "On veut AWS Lambda pour notre pipeline d'événements"*	"On veut un service de compute event-driven · stateless · facturation à l'invocation · runtime Python 3.11 · timeout max 15 min · intégration Kafka"
📈 *Finance · "On veut Power BI intégré à Azure pour nos rapports"*	"On veut un outil de BI · connecteurs SQL/CSV · partage dashboards par lien · authentification SSO · export PDF · hébergement dans notre périmètre de données"
🛒 *E-commerce · "On veut DynamoDB pour notre catalogue produits"*	"On veut une base NoSQL document · latence <10ms en lecture · 10 000 req/s en pic · schéma flexible · API REST native · SLA 99.99%"
🤖 *Produit · "On veut GitHub Copilot pour les devs"*	"On veut un assistant de complétion de code · intégré VS Code · modèle configurable · données de code **non** envoyées pour entraînement · déployable on-premise possible"
👥 *RH · "On veut Microsoft Teams + Azure pour notre collaboration"*	"On veut une suite de collaboration · messagerie + visio + partage de fichiers · <200 utilisateurs · hébergement EU · conformité RGPD documentée · export des données possible"
🏥 *Conformité · "On veut AWS HealthLake pour nos données santé"*	"On veut un entrepôt de données santé · format FHIR R4 · hébergement France · HDS certifié · accès par API REST · chiffrement clés client · pas de sous-traitance hors UE"
🔒 *Sécurité · "On veut Microsoft Sentinel pour notre SIEM"*	"On veut un SIEM · ingestion 50 Go/jour de logs · règles de détection personnalisables · API d'export · rétention 90 jours · intégration SOAR · sans dépendance à un cloud unique"
📦 *Logistique · "On veut Google Maps Platform pour notre géolocalisation"*	"On veut une API de géocodage + routage · 1 million requêtes/mois · SLA 99.9% · export des données de trajet · alternative : OpenStreetMap + Valhalla open-source"

La reformulation fonctionnelle ouvre la concurrence · La demande en produit nommé la ferme avant l'évaluation

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SYNTHÈSE · 6 COUCHES DE VERROUILLAGE · PLAN D'ACTION 6 MOIS

L'ARCHITECTURE COMPLÈTE DU VERROUILLAGE · PLAN D'ACTION COMMUN

◆ 5 QUESTIONS QUE TOUT PO DOIT POSER AVANT DE VALIDER UNE STACK

À SYSTÉMATISER · PAR ÉCRIT · AVANT TOUTE RÉUNION DSI

- ☐ **"Quelles données de nos clients/utilisateurs seront traitées par ce service ?"** → identifier l'exposition RGPD et CLOUD Act avant signature · si données sensibles = exiger hébergement EU et contrat sous droit français
- ☐ **"Sous quel droit applicable ce service est-il contractualisé ?"** → identifier si les CGV sont gouvernées par le droit US · une réponse "droit de l'État de Washington" = signal d'alerte
- ☐ **"Quel est le coût de sortie si on change d'avis dans 18 mois ?"** → forcer la DSI à quantifier les egress fees et les engagements non résiliables avant de signer
- ☐ **"Existe-t-il une alternative open-source ou souveraine qui couvre 80% du besoin ?"** → ne pas exiger 100% de parité · 80% de fonctionnalité avec 100% de souveraineté est souvent le meilleur arbitrage
- ☐ **"Ce service peut-il fonctionner en mode dégradé si le fournisseur est indisponible ?"** → résilience et plan de continuité · un service critique sans fallback = dépendance absolue · le fournisseur le sait

◆ LES 6 COUCHES DU VERROUILLAGE — ARCHITECTURE COMPLÈTE

COUCHE 1 · CONTRACTUEL
Clauses non résiliables · Clause de langue · Modification unilatérale · Fiche A

COUCHE 2 · TARIFAIRE
Egress fees · Frais résiliation · Asymétrie entrée/sortie · Fiche C

COUCHE 3 · TECHNIQUE
APIs propriétaires · Services managés · Effet superlinéaire · Fiche B

COUCHE 4 · SKILLS
Certifications propriétaires · Biais d'attachement · Résistance au changement · Fiche E p.2–3

COUCHE 5 · DEMAND
Demandes en produits nommés · Métiers prescripteurs · Fiche E p.4

COUCHE 6 · COGNITIVE
KPIs définis dans la console du fournisseur · Perte des tableaux de bord de pilotage si migration

PLAN D'ACTION COMMUN DRH + MÉTIERS + DSI — 6 MOIS

PÉRIODE	DRH · CHANGE MANAGER	MÉTIERS · PO	INDICATEUR
Mois 1–2	Cartographie certifications · Identification 5 profils · Plan formation	Audit des demandes en produits nommés · Reformulation fonctionnelle · 5 questions PO	**Rapport de cartographie validé**
Mois 3–4	Phase 2 pilote · Équipe volontaire · Feedback documenté	Validation que l'alternative couvre 80% du besoin métier · Go/No-Go service 1	**1 service migré · équipe formée**
Mois 5–6	Phase 3 déploiement · Formation par vagues · Certifications ouvertes valorisées	Intégration questions PO dans les processus d'achat · Formation PO sur le demand lock-in	**Bilan · décision suite**
Continu	Anciens ingénieurs hyperscaler = formateurs internes	Template reformulation dans les briefs · PO = premier filtre de souveraineté	**% demandes reformulées**

Ce document ne constitue pas un conseil RH ou juridique individualisé · Pour les organisations >200 personnes, un accompagnement par un cabinet spécialisé en transformation digitale est recommandé

Homo sum : humani nil a me alienum puto — Térence · CC BY-NC-SA 4.0 · Amine RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GUIDE SRE/OPS · DOCUMENT TECHNIQUE · MARCHÉ FRANÇAIS · JUIN 2026

RÉDUCTION DES COÛTS CLOUD & MIGRATION PROGRESSIVE

AWS · Google Cloud · Microsoft Azure

Guide opérationnel à destination des équipes SRE, Ops et Architectes Infrastructure

33 blocs techniques · 3 sections nettoyage · Stack open-source de référence

Tableaux récapitulatifs par hyperscaler

33	3	6	3
Blocs techniques	Sections nettoyage	Tableaux open-source	Tableaux récap.

SOMMAIRE — 12 PAGES

- Page 2 — AWS · Compute & Réseau (5 blocs)
- Page 3 — AWS · Stockage · BDD · Serverless · Nettoyage (5 blocs)
- Page 4 — AWS · Migration progressive
- Page 5 — GCP · BigQuery · Compute · Réseau (5 blocs)
- Page 6 — GCP · Stockage · BDD · IA · Nettoyage (5 blocs)
- Page 7 — GCP · Migration progressive
- Page 8 — Azure · Compute · Réseau · Stockage (5 blocs)
- Page 9 — Azure · BDD · IA · Données · Nettoyage (5 blocs)
- Page 10 — Azure · Migration progressive
- Page 11 — Stack open-source de référence (synthèse)
- Page 12 — Tableaux de référence rapide AWS · GCP · Azure

Ce document est purement technique. Il ne contient aucune référence juridique ni dimension politique.
Les estimations de réduction de coûts sont indicatives et basées sur des cas d'usage courants.
Les économies réelles varient selon l'architecture, la région, le volume et le niveau d'utilisation.

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

AMAZON WEB SERVICES — COMPUTE · RÉSEAU · EKS · VPN

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants · Les économies réelles varient selon l'architecture et le volume

◆ BLOC 1 · NAT GATEWAY — Le poste le plus surestimé

IMPACT ÉLEVÉ

Coût réel : 0,045 $/h × 8 760h = ~390 $/an + 0,045 $/Go traité → *jusqu'à 6 700 €/an pour une config standard multi-AZ*

✅ ALT 1 · NAT Instance (t3.nano/t3.small) → *même fonction · coût ~120–200 €/an · réduction 70–85% · contre-indication : gestion HA manuelle*

✅ ALT 2 · VPC Endpoints (S3 · DynamoDB · SQS · SSM) → *transferts vers services AWS internes totalement gratuits · zéro refactoring si déjà sur* SDK AWS

✅ ALT 3 · PrivateLink *pour services managés* → *évite le transit NAT Gateway · facturation à la connexion uniquement*

🔧 Quand garder le NAT Gateway : *workloads critiques nécessitant haute disponibilité managée sans intervention humaine*

◆ BLOC 2 · EKS — Elastic Kubernetes Service

IMPACT MOYEN

Coût réel : 0,10 $/h *par cluster = 876 €/an par cluster · indépendant du nombre de nœuds · 5 clusters = 4 380 €/an rien que pour le control plane*

✅ ALT 1 · Consolidation de clusters : *5 clusters env.* → 2 (prod + non-prod) avec namespaces + Network Policies → *économie directe control plane*

✅ ALT 2 · Karpenter vs Cluster Autoscaler → *provisionnement à la granularité exacte requise par les pods · réduction surprovisionnement 20–40%*

✅ ALT 3 · Spot instances pour nœuds non critiques (CI/CD · batch · dev) → *réduction 60–90% sur le coût des nœuds*

✅ ALT 4 · k3s ou k0s self-managed sur EC2 → *supprime les frais de control plane · pour environnements non critiques et edge*

◆ BLOC 3 · EC2 RESERVED INSTANCES & SAVINGS PLANS

IMPACT ÉLEVÉ

Piège : engagement 1–3 ans non résiliable · sur-engagement fréquent lors des pics de croissance → coût fixe persistant même si les workloads disparaissent

✅ ALT 1 · Compute Savings Plans vs EC2 Instance SP → *plus de flexibilité sur le type d'instance et la région · préférable pour les architectures évolutives*

✅ ALT 2 · *Spot Instances pour workloads interruptibles* → *réduction 60–90% · idéal : ML training · batch · CI/CD · rendering*

✅ ALT 3 · *Graviton (ARM) vs x86* → *même performance · 20% moins cher sur les instances équivalentes · disponible sur EC2 · Lambda · RDS · ElastiCache*

🔧 AWS Compute Optimizer → *recommandations de rightsizing basées sur l'utilisation réelle des 14 derniers jours · gratuit*

◆ BLOC 4 · VPN & CONNECTIVITÉ

IMPACT MOYEN

Direct Connect : *facturation à la capacité réservée (ports 1G = ~1 500 $/mois) · souvent surdimensionné pour les connexions hybrides légères*

✅ VPN Site-to-Site : 50–100 $/mois · *suffisant pour <500 Mbps · réduction 80–90% vs Direct Connect*

✅ VPC Peering direct (2–5 VPCs) → *gratuit en termes de service · seul l'egress inter-région est facturé · évite les frais Transit Gateway* (0,05 $/Go)

◆ BLOC 5 · ECS FARGATE

IMPACT MOYEN

Fargate facture à la vCPU + mémoire allouée = 3–4× plus cher qu'EC2 pour des charges stables et prévisibles

✅ ECS sur EC2 Spot pour charges prévisibles → *réduction 50–70%*

✅ Fargate Spot pour charges interruptibles → *réduction 50–70% vs* Fargate on-demand

✅ Migration vers Kubernetes (EKS/k3s) *pour les organisations avec expertise K8s* → *meilleur contrôle des coûts*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

AMAZON WEB SERVICES — S3 · RDS · LAMBDA · CLOUDWATCH · NETTOYAGE

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants

◆ BLOC 6 · S3 & TRANSFERTS — IMPACT ÉLEVÉ

Egress Internet : 0,09 $/Go · stockage Standard : 0,023 $/Go · tiers souvent mal utilisés

- ✅ *S3 Intelligent-Tiering → migration auto vers IA/Glacier selon accès · réduction 40–70% données froides*
- ✅ *S3 Select → ne transférer que les données filtrées, pas l'objet entier*
- ✅ *CloudFront devant S3 → réduit les requêtes directes et l'egress Internet*
- ✅ *MinIO S3-compatible on-premise pour données non critiques → zéro egress*

◆ BLOC 7 · RDS & BASES DE DONNÉES — IMPACT ÉLEVÉ

RDS Multi-AZ db.r5.large : ~400 €/mois · souvent sur-dimensionné de 2–3× par rapport à l'utilisation réelle

- ✅ *Aurora Serverless v2 → facturation à l'ACU · adapté aux charges variables · scale-to-zero possible*
- ✅ *RDS Proxy → réduit les connexions · optimise l'utilisation · améliore la résilience*
- ✅ *PostgreSQL/MySQL sur EC2 Spot + PgBouncer → réduction 40–60% · contre-indication : maintenance manuelle*
- ✅ *Rightsizing via Performance Insights → identifier les instances sur-provisionnées*

◆ BLOC 8 · LAMBDA & SERVERLESS — IMPACT MOYEN

Cold starts + duration billing + Provisioned Concurrency = sources fréquentes de surcoût non anticipé

- ✅ *Lambda Power Tuning → trouver l'optimum mémoire/coût par fonction · outil open-source AWS*
- ✅ *Graviton2 pour Lambda → 20% moins cher · 19% plus rapide en moyenne*
- ✅ *Charges continues → EC2 ou Fargate souvent moins cher que Lambda >15min/invocation*
- ✅ *SnapStart (Java) → élimine les cold starts sur fonctions JVM*

◆ BLOC 9 · CLOUDWATCH · LOGS · OBSERVABILITÉ — IMPACT MOYEN

Ingestion logs : 0,50 $/Go · stockage : 0,03 $/Go · peut représenter 15–20% de la facture totale sans monitoring

- ✅ *OpenTelemetry + Grafana + Loki self-managed → réduction 70–90% sur l'observabilité*
- ✅ *Filtres Subscription avant ingestion CloudWatch → ne logger que ce qui est utile*
- ✅ *S3 + Athena pour archivage long terme des logs vs CloudWatch Logs Insights*
- ✅ *Metric Streams vers Grafana Cloud → moins cher que CloudWatch custom métriques*

◆ BLOC 10 · NETTOYAGE — AMIS · EBS · SNAPSHOTS · ELASTIC IPS · ECR · INSTANCES ARRÊTÉES — ÉCONOMIES IMMÉDIATES

- 🔵 *AMIs obsolètes : chaque AMI stocke des snapshots EBS sous-jacents (0,05 $/Go/mois) · un pipeline CI/CD sans nettoyage accumule des centaines d'AMIs → audit mensuel + politique de rétention (ex: garder les 5 dernières)*
- 🔵 *EBS Volumes détachés : facturés 0,08–0,10 $/Go/mois même sans instance associée · identifier via AWS CLI : aws ec2 describe-volumes --filters Name=status,Values=available*
- 🔵 *Snapshots orphelins EBS : snapshots dont le volume source a été supprimé · aucune valeur opérationnelle · souvent des centaines de Go accumulés*
- 🔵 *Elastic IPs non assignées : 0,005 $/h (~44 $/an chacune) · une EIP non attachée à une instance en cours d'exécution est facturée*
- 🔵 *ECR images non taguées / anciennes : aucun coût de pull mais stockage 0,10 $/Go/mois · politique lifecycle ECR pour nettoyage automatique*
- 🔵 *Instances EC2 arrêtées : les volumes EBS attachés continuent d'être facturés · les Elastic IPs associées aussi*
- 🔧 *Outils : AWS Cost Explorer (Idle Resources) · AWS Trusted Advisor · aws-nuke (nettoyage complet environnement non-prod) · CloudCustodian · Infracost*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

AMAZON WEB SERVICES — STRATÉGIE DE MIGRATION PAR ÉTAPES

Estimations indicatives · Effort : F=Faible (jours) · M=Moyen (semaines) · E=Élevé (mois)

◆ PRINCIPE DE MIGRATION PROGRESSIVE

Ne pas migrer en une fois. Identifier les services à fort egress ou à fort coût contractuel en premier. Abstraire les dépendances SDK avant de migrer physiquement. Chaque service migré vers un standard ouvert est un levier de négociation supplémentaire vis-à-vis d'AWS.

◆ BLOC II · STRATÉGIE DE MIGRATION AWS → ALTERNATIVES

Service AWS	Alternative	Méthode	Effort	Réduction
S3	MinIO · Scaleway Object · OVHcloud ...	SDK S3 standard → zéro refactoring	F	Egress →0
Lambda	OpenFaaS · Knative · Fission	Même runtime Python/ Node/Go · adapter handler	M	60–80%
RDS PostgreSQL	Aiven · Clever Cloud · OVHcloud	pg_dump / pg_restore · zéro refactoring applicatif	F	30–50%
EKS	k3s · k0s · EKS anywhere	Velero backup/restore · manifests identiques	M	Control plane gratuit
CloudWatch	OpenTelemetry + Grafana + Loki	OTel agent → remplace CloudWatch agent	M	70–90%
Bedrock / SageMaker	vLLM + Llama 3 · Hugging Face self-hosted	API OpenAI-compatible → adapter endpoint URL	M	60–90%
MSK (Kafka)	Apache Kafka self-managed · Redpanda	Mêmes clients Kafka → zéro refactoring	M	40–60%
ElastiCache Redis	Redis self-managed · KeyDB · Dragonfly	Même protocole Redis → zéro refactoring	F	40–60%
NAT Gateway	NAT Instance t3.nano + VPC Endpoints	Remplacer dans les route tables · iptables	F	70–85%

Estimations indicatives · F=jours · M=semaines · E=mois · réductions vs service AWS managé on-demand

◆ ORDRE DE MIGRATION RECOMMANDÉ

1. Observabilité (CloudWatch → OTel stack) — impact immédiat sur la facture
2. Stockage objet (S3 → MinIO/Scaleway ...) — zéro refactoring
3. Bases de données relationnelles (RDS → Aiven) — pg_dump/ restore
4. Serverless (Lambda → OpenFaaS) — adapter le handler
5. Kubernetes (EKS → k3s) — Velero pour les workloads
6. IA/ML (Bedrock → vLLM) — adapter l'endpoint API

◆ OUTILS DE MIGRATION AWS

- ✅ *Velero → backup/restore workloads Kubernetes cross-cluster*
- ✅ *AWS DataSync → transfert de données S3 → destination externe*
- ✅ *OpenTofu (fork Terraform BSL) → IaC portable multi-cloud*
- ✅ *Infracost → estimations de coûts avant déploiement Terraform*
- ✅ *aws-nuke → nettoyage complet d'environnements non-prod*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GOOGLE CLOUD PLATFORM — BIGQUERY · GKE · COMPUTE · RÉSEAU

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants

◆ BLOC 1 · BIGQUERY — LE POSTE LE PLUS EXPLOSIF

IMPACT TRÈS ÉLEVÉ

Coût réel on-demand : 5 $/To scanné · une requête mal écrite sur une table de 10 To = 50 $ par exécution · un dashboard qui tourne toutes les heures = 1 200 $/mois

- ✅ Partitionnement par date/colonne → réduit les scans de 80–95% sur les requêtes temporelles · modification de schéma uniquement
- ✅ Clustering par colonnes fréquemment filtrées → réduit les scans sur les requêtes de filtrage · cumulable avec le partitionnement
- ✅ Vues matérialisées → pré-calcul des agrégations fréquentes · mise à jour auto · facturation uniquement sur le delta
- ✅ BI Engine → cache mémoire pour dashboards · coût fixe mensuel vs coût variable par requête · rentable dès 3+ dashboards actifs
- ✅ Flat-rate slots vs on-demand → rentable à partir de ~2 000 €/mois de requêtes · engagement 1 an ou mensuel flexible
- ✅ Require partition filter → forcer les requêtes à filtrer sur la partition · empêche les scans complets accidentels
- ✅ Alternatives open-source : ClickHouse (OLAP columnar · 10–100× plus rapide sur agrégations) · DuckDB (analytique locale · zéro infra) · Apache Druid (temps réel) · export BigQuery en Parquet via BQ Storage API → import ClickHouse direct sans transformation

◆ BLOC 2 · GKE

IMPACT MOYEN

Control plane gratuit (1 cluster Autopilot) · nœuds facturés à la ressource demandée

- ✅ Autopilot vs Standard → Autopilot facture pods · Standard facture nœuds complets · Autopilot meilleur pour charges variables
- ✅ Spot VMs pour nœuds non critiques → réduction 60–91%
- ✅ Vertical Pod Autoscaler → ajuste auto les requests/limits · réduit le surprovisionnement
- ✅ KEDA → scale-to-zero pour workloads event-driven

◆ BLOC 3 · COMPUTE ENGINE & CUDS

IMPACT ÉLEVÉ

Piège CUDs : engagement 1–3 ans · aucun remboursement en cas de résiliation (GCP s.8.8)

- ✅ Spot VMs → réduction 60–91% · idéal ML training · batch · CI/CD
- ✅ Custom Machine Types → payer exactement le vCPU/RAM nécessaire sans arrondir
- ✅ Sole-tenant nodes pour workloads nécessitant isolation physique · moins cher que la sur-spécification
- 🔧 GCP Recommender → rightsizing automatique basé sur l'utilisation réelle

◆ BLOC 4 · VPC & RÉSEAU GCP

IMPACT MOYEN

Cloud NAT : adresse IP + volume traité · Cloud Interconnect : capacité réservée (k€/mois)

- ✅ NAT sur instance Spot → même approche qu'AWS · réduction 70–85%
- ✅ VPN Cloud (~50 $/mois) vs Cloud Interconnect pour connexions hybrides <500 Mbps
- ✅ VPC Peering direct vs Cloud Interconnect pour les architectures simples

◆ BLOC 5 · CLOUD RUN & FUNCTIONS

IMPACT MOYEN

Min-instances >0 = facturation même sans trafic · attention aux coûts idle

- ✅ Min instances = 0 pour workloads non critiques → facturation uniquement à l'usage
- ✅ Cloud Run Spot → réduction 60–91% pour traitements batch
- ✅ Knative self-managed sur GKE → supprime la dépendance Cloud Run · même API
- ✅ CPU always allocated = false → CPU throttlé hors requêtes = moins cher

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GOOGLE CLOUD — CLOUD STORAGE · CLOUD SQL · VERTEX AI · NETTOYAGE

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants

◆ BLOC 6 · CLOUD STORAGE & TRANSFERTS — IMPACT ÉLEVÉ

Egress Internet : 0,08–0,12 $/Go selon région · transferts inter-régions : 0,01–0,08 $/Go

- ✅ Nearline / Coldline / Archive pour données froides → réduction 60–90% stockage
- ✅ Cloud CDN devant GCS → réduit les requêtes directes et l'egress
- ✅ Storage Transfer Service pour migrations → tarif réduit vs egress standard
- ✅ S3-compatible européen (Scaleway · OVHcloud ...) pour données non critiques

◆ BLOC 7 · CLOUD SQL — IMPACT ÉLEVÉ

Instance HA db-n1-standard-4 : ~600 €/mois · stockage et réplicas facturés séparément

- ✅ AlloyDB pour PostgreSQL-compatible → meilleur rapport perf/coût sur charges intensives
- ✅ Cloud SQL + pgBouncer → réduit les connexions · optimise les ressources
- ✅ PostgreSQL sur GCE Spot + PgBouncer → réduction 50–70% · contre-indication : maintenance
- ✅ Aiven for PostgreSQL ou Clever Cloud → managé · moins cher que Cloud SQL

◆ BLOC 8 · VERTEX AI & IA MANAGÉE — IMPACT ÉLEVÉ

GPU A100 80Go : ~3 $/h · V100 : ~2 $/h · coût entraînement et inférence très variable selon l'usage

- ✅ Spot VMs pour l'entraînement (workload interruptible par nature) → réduction 60–91%
- ✅ Quantization + pruning des modèles → réduit la taille et le coût d'inférence de 50–80%
- ✅ Hugging Face + vLLM self-hosted sur GPU Spot → réduction 60–90% vs Vertex AI Prediction
- ✅ Ollama pour développement local → élimine tous les coûts d'inférence en dev/test

◆ BLOC 9 · OBSERVABILITÉ GCP — IMPACT MOYEN

Ingestion logs : 0,50 $/Go · métriques custom : 0,10 $/métrique/mois · peut exploser avec de nombreux services

- ✅ OpenTelemetry + Prometheus + Grafana + Loki → remplacement complet · réduction 70–90%
- ✅ Exclusion logs via Log Router → filtrer les logs système à faible valeur avant ingestion
- ✅ Managed Prometheus GCP → moins cher que Cloud Monitoring custom metrics pour les métriques K8s

◆ BLOC 10 · NETTOYAGE — PERSISTENT DISKS · SNAPSHOTS · IMAGES · INSTANCES ARRÊTÉES · BUCKETS ABANDONNÉS — ÉCONOMIES IMMÉDIATES

- 🔵 Persistent Disks détachés : facturés 0,04–0,17 $/Go/mois selon le type (Standard/SSD/Extreme) même sans VM associée · identifier via : gcloud compute disks list --filter="NOT users:*"
- 🔵 Snapshots orphelins : snapshots de disques supprimés · aucune valeur opérationnelle · audit régulier obligatoire · coût 0,026 $/Go/mois
- 🔵 Images Compute Engine inutilisées : images custom non utilisées dans les 90 derniers jours → politique d'archivage automatique vers Cloud Storage (Coldline)
- 🔵 Instances arrêtées : les disques persistants attachés continuent d'être facturés · les IPs réservées non assignées aussi (0,010 $/h)
- 🔵 Cloud Storage buckets abandonnés : buckets créés pour des projets terminés · souvent oubliés · Object Lifecycle Management pour nettoyage automatique
- 🔵 Unmanaged Instance Groups : instances dans des groupes non managés souvent oubliées après des migrations · audit trimestriel recommandé
- 🔧 Outils : GCP Recommender (idle VMs · underused disks) · gcpdiag · Infracost · Active Assist · Cloud Asset Inventory pour audit complet des ressources

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

GOOGLE CLOUD — STRATÉGIE DE MIGRATION PAR ÉTAPES

Estimations indicatives · F=Faible (jours) · M=Moyen (semaines) · E=Élevé (mois)

◆ POINT D'ATTENTION SPÉCIFIQUE GCP — COMMITTED USE DISCOUNTS

Les CUDs GCP ne remboursent rien en cas de résiliation (s.8.8). La migration doit être planifiée pour que les engagements soient consommés naturellement pendant la transition. Ne jamais résilier un CUD avant terme — l'économie de migration ne compense jamais la perte totale du montant engagé.

◆ BLOC II · STRATÉGIE DE MIGRATION GCP → ALTERNATIVES

Service GCP	Alternative	Méthode	Effort	Réduction
BigQuery	ClickHouse · DuckDB	Export Parquet via BQ Storage API · import direct	M	70–90%
Cloud Storage (GCS)	MinIO · Scaleway Object ...	gsutil rsync → zéro refactoring si SDK S3 abstrait	F	Egress →0
Cloud SQL PostgreSQL	Aiven · Clever Cloud	pg_dump / pg_restore · zéro refactoring applicatif	F	30–50%
GKE	k3s · k0s self-managed	Velero backup/restore · manifests K8s standard identiques	M	Control plane gratuit
Cloud Functions	OpenFaaS · Knative	Même runtime · adapter le handler d'entrée	M	60–80%
Cloud Monitoring/Logging	OTel + Prometheus + Grafana + Loki	OTel Collector remplace l'agent GCP	M	70–90%
Vertex AI (inférence)	vLLM · Hugging Face	API OpenAI-compatible → adapter endpoint URL	M	60–90%
Cloud Pub/Sub	Apache Kafka · Redpanda	Adapter les publishers/ consumers · même sémantique	M	40–60%
Memorystore Redis	Redis self-managed · KeyDB	Même protocole Redis → zéro refactoring	F	40–60%

Estimations indicatives · F=jours · M=semaines · réductions vs service GCP managé on-demand

◆ ORDRE DE MIGRATION GCP RECOMMANDÉ

1. Observabilité (Cloud Monitoring → OTel stack) — impact immédiat
2. Stockage objet (GCS → MinIO/Scaleway ...) — zéro refactoring
3. BigQuery → ClickHouse — fort ROI si volume > 1 To/mois
4. Cloud SQL → Aiven — pg_dump/restore
5. GKE → k3s — Velero
6. Cloud Functions → Knative
7. Vertex AI → vLLM self-hosted

◆ OUTILS DE MIGRATION GCP

- ✅ *Velero → backup/restore K8s cross-cluster*
- ✅ *gsutil rsync → transfert GCS → destination S3-compatible*
- ✅ *BQ Storage API → export BigQuery en Parquet/Arrow*
- ✅ *Migrate for Anthos → migration VMs GCE vers containers*
- ✅ *OpenTofu → IaC portable multi-cloud*
- ✅ *gcpdiag → audit ressources orphelines GCP*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MICROSOFT AZURE — AKS · RÉSEAU · BLOB · FUNCTIONS · RESERVATIONS

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants

◆ BLOC 1 · AZURE BLOB STORAGE & TRANSFERTS — IMPACT ÉLEVÉ

LRS : 0,018 €/Go · egress Internet : 0,07–0,09 €/Go · *transferts inter-régions* : 0,02 €/Go

- ✅ Archive tier → 0,001 €/Go stockage · réhydratation 0,02 €/Go · réduction 94% vs Hot
- ✅ Azure CDN devant Blob → réduit les requêtes directes et l'egress Internet
- ✅ Life cycle Management → archivage automatique après X jours sans accès
- ✅ MinIO S3-compatible pour données non critiques on-premise → zéro egress

◆ BLOC 2 · AKS — AZURE KUBERNETES SERVICE — IMPACT MOYEN

Control plane gratuit · nœuds Windows 40% plus chers que Linux · facturation à l'uptime des nœuds

- ✅ Spot Node Pools → réduction 60–90% pour workloads non critiques
- ✅ KEDA → scale-to-zero pour workloads event-driven · évite les coûts idle
- ✅ Linux partout où c'est possible vs Windows → économie directe 40%
- ✅ Virtual Nodes (ACI) pour bursting → pas de nœuds idle · pay-per-pod

◆ BLOC 3 · VPN & EXPRESSROUTE — IMPACT MOYEN

ExpressRoute : facturation à la bande passante réservée · souvent surdimensionné pour les connexions hybrides légères

- ✅ VPN Gateway Standard (~130 €/mois) pour connexions hybrides <500 Mbps · réduction 80–90% vs ExpressRoute
- ✅ VNet Peering direct vs Virtual WAN Hub → pour architectures simples (2–5 VNets) · évite les frais Hub
- ✅ Azure Bastion vs VPN pour accès admin → coût fixe · plus sécurisé que VPN par VM

◆ BLOC 4 · RESERVATIONS & SAVINGS PLANS AZURE — ATTENTION CONTRAT

⚠ Savings Plans non annulables · frais résiliation anticipée : 12% + plafond 50 000 $/an · Blocs de Capacité non remboursables

- ✅ Réserver uniquement sur les ressources les plus stables et prévisibles · garder le on-demand pour les ressources variables
- ✅ Azure Reservations vs Savings Plans → Reservations plus flexibles sur les types d'instances pour un même service
- ✅ Azure Hybrid Benefit → utiliser les licences Windows Server / SQL Server existantes sur Azure · réduction 40–55%

◆ BLOC 5 · AZURE FUNCTIONS & APP SERVICE — IMPACT MOYEN

Consumption Plan · Premium Plan · Dedicated Plan → choix souvent sous-optimisé selon le pattern de charge

- ✅ Consumption Plan → pay-per-execution · idéal pour workloads sporadiques (<1M exécutions/mois)
- ✅ Premium Plan → instances pré-chauffées · évite cold starts · facturation fixe · rentable si >8h/jour d'activité
- ✅ Containers sur AKS Spot pour charges continues → plus de contrôle · moins cher
- ✅ Knative sur AKS → supprime la dépendance Azure Functions · même modèle scale-to-zero

◆ AZURE HYBRID BENEFIT — SOUVENT SOUS-UTILISÉ

Si votre organisation dispose de licences Windows Server ou SQL Server avec Software Assurance, Azure Hybrid Benefit permet de les réutiliser sur Azure VM ou AKS. Réduction : 40–55% sur le coût des VMs Windows · jusqu'à 80% sur SQL Server en base de données Azure. Vérifier systématiquement avant tout déploiement Windows workload.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MICROSOFT AZURE — SQL · COSMOS · OPENAI · SYNAPSE · MONITOR · NETTOYAGE

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants

◆ BLOC 6 · AZURE SQL & COSMOS DB — IMPACT ÉLEVÉ

Azure SQL DTU : difficile à dimensionner · Cosmos DB RU : coût imprévisible sans monitoring précis

- ✅ vCore vs DTU → *vCore plus prévisible · meilleur rapport coût/performance pour charges stables*
- ✅ Cosmos DB Autoscale throughput → *adapté aux charges variables · évite le surprovisionnement*
- ✅ Serverless Cosmos DB → *pour workloads sporadiques · facturation uniquement à l'usage*
- ✅ PostgreSQL + Citus (multi-tenant) → *alternative open-source complète à Azure SQL*
- ✅ FerretDB (MongoDB sur PostgreSQL) → *alternative Cosmos DB pour les API MongoDB*

◆ BLOC 7 · AZURE SYNAPSE & DATA FACTORY — IMPACT MOYEN

Data Factory : facturation à l'activity run · peut exploser sur pipelines fréquents sans optimisation

- ✅ Consolidation des pipelines → *regrouper les activités réduire le nombre de runs facturés*
- ✅ Self-hosted Integration Runtime → *exécution sur machines existantes · supprime les frais Azure IR*
- ✅ Serverless Synapse SQL Pool → *facturation uniquement sur les requêtes · pas de nœuds permanents*
- ✅ Stack complète open-source : Apache Airflow (orchestration) + dbt (transformation) + ClickHouse (stockage)

◆ BLOC 8 · AZURE OPENAI & COGNITIVE SERVICES — IMPACT ÉLEVÉ

GPT-4 : 30 $/M tokens input · GPT-4o : 5 $/M tokens · des milliers d'€/mois pour usages intensifs

- ✅ Caching des réponses fréquentes (Redis/Memcached) → *réduction 30–60% requêtes répétitives*
- ✅ Distillation de modèles → *fine-tuner un modèle plus petit sur sorties du grand → réduction 90% coût inférence*
- ✅ Prompt optimization → *réduire la taille des prompts réduit directement la facture*
- ✅ Llama 3 / Mistral / Phi-3 sur GPU Spot + vLLM → *réduction 60–90% vs Azure OpenAI*

◆ BLOC 9 · AZURE MONITOR & LOG ANALYTICS — IMPACT MOYEN

Ingestion Log Analytics : 2,76 €/Go · rétention au-delà de 31 jours facturée · application Insights coûteux sur forte volumétrie

- ✅ OpenTelemetry + Grafana + Loki self-managed → *réduction 70–90%*
- ✅ Data Collection Rules (DCR) → *filtrer les événements Windows/Linux avant ingestion*
- ✅ Basic Logs tier pour logs à faible valeur → *0,60 €/Go vs 2,76 €/Go · rétention 8 jours*
- ✅ Archive tier Log Analytics → *0,03 €/Go/mois après 90 jours · requêtes à la demande*

◆ BLOC 10 · NETTOYAGE — MANAGED DISKS · SNAPSHOTS · IMAGES VM · IPS PUBLIQUES · NSGS · APP REGISTRATIONS — ÉCONOMIES IMMÉDIATES

- 🔵 Managed Disks non attachés : *facturés selon le type (Standard HDD 0,04 €/Go · Premium SSD 0,17 €/Go/mois) même sans VM associée · identifier via : az disk list --query "[?diskState=='Unattached']"*
- 🔵 Snapshots orphelins : *snapshots de disques supprimés · coût 0,04 €/Go/mois · audit mensuel via Azure Cost Management*
- 🔵 Images VM obsolètes : *images généralisées non utilisées dans les 90 derniers jours → politique de rétention · archiver vers Azure Shared Image Gallery*
- 🔵 Public IPs non assignées : *0,0036 €/h (~32 €/an chacune) · une IP non attachée à une ressource active est facturée*
- 🔵 NSGs et routes inutilisés : *pas de coût direct mais augmentent la surface d'attaque et la complexité de maintenance · audit trimestriel recommandé*
- 🔵 Entra App Registrations expirés : *certificats et secrets expirés · pas de coût direct mais risque sécurité et dette technique · Microsoft Entra Recommendations pour audit*
- 🔵 VMs arrêtées (deallocated) : *les disques Managed continuent d'être facturés · les IPs publiques statiques aussi · supprimer ou libérer les ressources attachées*

🔧 Outils : *Azure Advisor (Cost tab) · Azure Cost Management + Budgets · AzureHound (audit IAM/ressources) · Azure Resource Graph pour requêtes d'audit cross-subscription*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MICROSOFT AZURE — STRATÉGIE DE MIGRATION PAR ÉTAPES

Estimations indicatives · F=Faible (jours) · M=Moyen (semaines) · E=Élevé (mois)

◆ POINT D'ATTENTION SPÉCIFIQUE AZURE — SAVINGS PLANS & CAPACITY BLOCKS

Les Savings Plans Azure sont non annulables (frais résiliation 12% + plafond 50 000 $/an). Les Capacity Blocks sont non remboursables. Planifier la migration pour que ces engagements se consomment naturellement. Ne jamais résilier anticipativement sans avoir calculé si le coût de résiliation est inférieur au gain de migration.

◆ BLOC II · STRATÉGIE DE MIGRATION AZURE → ALTERNATIVES

Service Azure	Alternative	Méthode	Effort	Réduction
Azure Blob Storage	MinIO · Scaleway Object · OVHcloud	azcopy → rsync · SDK S3-compatible → zéro refactoring	F	Egress →0
Azure Functions	Knative · OpenFaaS	Même runtime Python/Node/Java · adapter le handler	M	60–80%
Azure SQL	PostgreSQL managé (Aiven · Clever Cloud)	pg_dump / pg_restore · zéro refactoring applicatif	F	30–50%
AKS	k3s · k0s · RKE2 self-managed	Velero backup/restore · manifests K8s identiques	M	Control plane gratuit
Cosmos DB (MongoDB API)	MongoDB Community · FerretDB	Même driver MongoDB → zéro refactoring si API compatible	F	40–70%
Azure Monitor / Log Analytics	OTel + Prometheus + Grafana + Loki	OTel Collector remplace l'agent Azure Monitor	M	70–90%
Azure OpenAI	Llama 3 · Mistral · Phi-3 + vLLM	API OpenAI-compatible → adapter endpoint URL uniquement	M	60–90%
Azure Synapse / Data Factory	Apache Airflow + dbt + ClickHouse	Réécriture des DAGs Airflow · dbt models	E	50–70%
Azure Cache for Redis	Redis self-managed · KeyDB · Dragonfly	Même protocole Redis → zéro refactoring	F	40–60%

Estimations indicatives · F=jours · M=semaines · E=mois · réductions vs service Azure managé on-demand

◆ ORDRE DE MIGRATION AZURE RECOMMANDÉ

1. Observabilité (Azure Monitor → OTel stack) — impact immédiat
2. Blob Storage → MinIO/Scaleway... — zéro refactoring
3. Azure SQL → PostgreSQL managé EU — pg_dump/restore
4. Azure Functions → Knative — adapter le handler
5. AKS → k3s — Velero pour les workloads
6. Cosmos DB → MongoDB Community — API compatible
7. Azure OpenAI → vLLM self-hosted — adapter endpoint

◆ OUTILS DE MIGRATION AZURE

- ✅ *Velero → backup/restore K8s cross-cluster*
- ✅ *azcopy → transfert Blob → S3-compatible*
- ✅ *Azure Migrate → assessment et migration VMs*
- ✅ *AzureHound → audit IAM et ressources orphelines*
- ✅ *OpenTofu → IaC portable multi-cloud*
- ✅ *Azure Resource Graph → requêtes d'audit cross-subscription*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

STACK OPEN-SOURCE DE RÉFÉRENCE — SYNTHÈSE TRANSVERSALE AWS · GCP · AZURE

ALTERNATIVES OPEN-SOURCE PAR CATÉGORIE — PORTABILITÉ & INDÉPENDANCE

Estimations indicatives · Portabilité : T=Totale · P=Partielle · Effort : F=Faible · M=Moyen · E=Élevé

◆ TABLEAU 1 · OBSERVABILITÉ — Remplacement complet CloudWatch / Cloud Monitoring / Azure Monitor

RÉDUCTION 70–90%

Composant	Rôle	Remplace	Portabilité
OpenTelemetry	Instrumentation & collecte	CloudWatch Agent · GCP Agent · Azure Monitor Agent	T
Prometheus	Métriques	CloudWatch Metrics · Cloud Monitoring · Azure Metrics	T
Grafana	Dashboards & alertes	CloudWatch Dashboards · Google Cloud Dashboards · Azure Workbooks	T
Loki	Logs	CloudWatch Logs · Cloud Logging · Log Analytics	T
Tempo	Traces distribuées	AWS X-Ray · Cloud Trace · Azure Application Insights	T

◆ TABLEAU 2 · STOCKAGE OBJET

PORTABILITÉ TOTALE

Outil	Remplace	Effort
MinIO	S3 · GCS · Blob	F
Ceph / Rook	S3 · GCS · Blob (production)	M
Scaleway / OVHcloud S3 ...	S3 · GCS · Blob (managé EU)	F

SDK S3 standard (boto3 · minio-py) → zéro refactoring applicatif

◆ TABLEAU 3 · BASES DE DONNÉES

PORTABILITÉ TOTALE

Outil	Remplace	Effort
PostgreSQL + PgBouncer	RDS · Cloud SQL · Azure SQL	F
ClickHouse	BigQuery · Redshift · Synapse	M
MongoDB Community	DocumentDB · Cosmos DB	F
Redis / KeyDB / Dragonfly	ElastiCache · Memorystore · Cache for Redis	F

◆ TABLEAU 4 · ORCHESTRATION & PORTABILITÉ K8S

Outil	Rôle	Effort
k3s / k0s	K8s lightweight · remplace EKS/GKE/AKS	M
Velero	Backup/restore K8s cross-cluster	F
OpenTofu	IaC portable (fork Terraform BSL)	F
Karpenter / KEDA	Autoscaling intelligent K8s	M

◆ TABLEAU 5 · IA & ML OPEN-SOURCE

RÉDUCTION 60–90%

Outil	Remplace	Effort
vLLM	Bedrock · Vertex AI · Azure OpenAI	M
Ollama	Dev/test local · zéro coût cloud	F
Hugging Face + Ray Serve	SageMaker · Vertex AI · ML Studio	E
MLflow	SageMaker Experiments · Vertex Experiments	F

◆ TABLEAU 6 · SERVERLESS & EVENT-DRIVEN

Outil	Remplace	Portabilité	Effort
OpenFaaS · Knative	Lambda · Cloud Functions · Azure Functions	Totale après migration	M
Apache Kafka · Redpanda	MSK · Pub/Sub · Event Hub · Event Bridge	Totale (même protocole)	M
Apache Airflow	Step Functions · Cloud Workflows · Logic Apps	Totale	M

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAUX DE RÉFÉRENCE RAPIDE — AWS · GCP · AZURE

RÉCAPITULATIF PAR HYPERSCALER — POSTES · ALTERNATIVES · RÉDUCTIONS

Estimations indicatives basées sur des cas d'usage courants · Économies réelles variables selon architecture et volume

◆ AWS — RÉCAPITULATIF PAR ORDRE D'IMPACT

Poste	Alternative principale	Réduction est.	Effort
NAT Gateway	NAT Instance + VPC Endpoints	70–85%	F
EC2 Savings Plans	Spot + Graviton + Compute Optimizer	20–90%	M
RDS	Aurora Serverless v2 · PostgreSQL EC2 Spot	30–60%	M
CloudWatch Logs	OTel + Grafana + Loki	70–90%	M
EKS (multi-clusters)	Consolidation + Karpenter + Spot nodes	40–80%	M
Nettoyage (EBS · AMIs · EIPs)	aws-nuke · Trusted Advisor	Immédiat	F

◆ GCP — RÉCAPITULATIF PAR ORDRE D'IMPACT

Poste	Alternative principale	Réduction est.	Effort
BigQuery (requêtes)	Partitionnement + Clustering + ClickHouse	80–95% (scans)	F–M
Compute Engine CUDs	Spot VMs + Custom Machine Types	60–91%	F
Cloud SQL	AlloyDB · PostgreSQL sur Spot + PgBouncer	30–70%	M
Cloud Monitoring/Logging	OTel + Prometheus + Grafana + Loki	70–90%	M
Vertex AI (inférence)	vLLM + modèles open-source sur Spot	60–90%	M
Nettoyage (Disks · Snapshots · Images)	GCP Recommender · gcpdiag	Immédiat	F

◆ AZURE — RÉCAPITULATIF PAR ORDRE D'IMPACT

Poste	Alternative principale	Réduction est.	Effort
Azure OpenAI	vLLM + Llama 3 / Mistral sur Spot	60–90%	M
Log Analytics	OTel + Grafana + Loki + Basic Logs tier	70–90%	M
ExpressRoute	VPN Gateway Standard	80–90%	F
Azure SQL / Cosmos DB	PostgreSQL + Citus · FerretDB	30–70%	M
Azure Hybrid Benefit	Utiliser licences existantes Windows/SQL	40–55%	F
Nettoyage (Disks · IPs · Images VM)	Azure Advisor · AzureHound	Immédiat	F

Toutes les estimations sont indicatives et basées sur des cas d'usage courants. Les économies réelles varient selon l'architecture, la région, le volume et le niveau d'utilisation.
Ce document est purement technique. Il ne contient aucune référence juridique ni dimension politique.

AMINE RAITI *· Architecte Infrastructure & SRE · Paris · Document public · CC BY-NC-SA 4.0*
AI Powered by Amine — l'IA est un amplificateur d'idée et de forme, pas la source.

GUIDE TECHNIQUE · MIGRATION INFRASTRUCTURE · JUIN 2026

MIGRATION VMWARE VERS PROXMOX VE

Stretched Cluster D1 · D2 · Témoin D3

Étude générique · Stack complète

De l'analyse du lock-in VMware/Broadcom
au plan de migration opérationnel en 5 phases

6	3	5	7
Couches lock-in VMware	Datacenters D1/D2/D3	Phases de migration	Couches stack migrées

SOMMAIRE — 10 PAGES

- Page 2 · Anatomie du lock-in VMware/Broadcom
- Page 3 · Architecture VMware de référence (état actuel)
- Page 4 · Architecture Proxmox cible
- Page 5 · Risques spécifiques stretched cluster
- Page 6 · Plan de migration en 5 phases
- Page 7 · Stack open-source de référence
- Page 8 · Gestion du changement & skills
- Page 9 · Grille de décision & ROI approximatif
- Page 10 · Outils & ressources

Ce document est une étude technique générique. Les configurations mentionnées sont illustratives.
Il ne constitue pas un conseil d'ingénierie individualisé. Document public · CC BY-NC-SA 4.0

AMINE RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

LOCK-IN VMWARE — 6 COUCHES · CONTEXTE BROADCOM

◆ CONTEXTE BROADCOM POST-NOVEMBRE 2023

RUPTURE TARIFAIRE DOCUMENTÉE

Le rachat de VMware par Broadcom en novembre 2023 a restructuré immédiatement la tarification : suppression des licences perpétuelles · passage forcé aux abonnements annuels · augmentations documentées de ×3 à ×12 selon les configurations · suppression des éditions Standard et Essentials au profit de bundles imposés. C'est la couche 2 (tarifaire) du vendor lock-in appliquée à l'infrastructure on-premise — même mécanique que les egress fees hyperscalers cloud. La différence : l'augmentation est immédiate et sans alternative contractuelle.

Couche	Mécanisme VMware/Broadcom	Intensité	Nature de la sortie
1 · Contractuel	Licences perpétuelles supprimées · abonnements non résiliables · support conditionné à l'abonnement actif · Product Terms modifiables unilatéralement	●●●●	Juridique · négociation ou migration
2 · Tarifaire	Augmentation ×3 à ×12 post-Broadcom · bundles imposés · coût de double-run pendant la migration · pas d'alternative sans migration complète	●●●●	Financière · ROI <24 mois dans la plupart des cas
3 · Technique	Format VMDK (convertible) · APIs vSphere propriétaires · NSX-T overlay réseau · vSAN stockage · Tanzu K8s · SPBM policies	●●●	Technique modérée · outils de conversion disponibles
4 · Compétences	Certifications VCP/VCAP/VCDX omniprésentes · biais d'attachement équipes ops · résistance passive management intermédiaire	●●●	Formation · plan de requalification
5 · Demande	vCenter comme référentiel cognitif des équipes infra · "on veut vSphere" exprimé par les métiers avant toute évaluation alternative	●●	Change management · reformulation fonctionnelle
6 · Cognitif	KPIs infra définis dans vCenter/vRealize · tableaux de bord Aria comme étalon de mesure · impossible de comparer les performances hors de cet étalon	●●●	Irréversible sans migration · reconstruire les KPIs

⚠ SPÉCIFICITÉ STRETCHED CLUSTER — 3 DIMENSIONS DE COMPLEXITÉ SUPPLÉMENTAIRES

La configuration D1/D2/D3 ajoute trois contraintes critiques absentes des migrations standard : (1) synchronisation vSAN inter-sites avec tolérance à la perte d'un site complet — le witness D3 ne stocke pas de données mais arbitre le quorum ; (2) NSX T0/T1 Gateway en mode actif/standby inter-datacenter avec gestion des flux Nord-Sud entre sites ; (3) risque de split-brain si la liaison D1↔D2 est coupée — sans arbitrage D3, les deux sites peuvent diverger. Ces trois dimensions imposent une séquence de migration stricte : réseau avant stockage avant compute.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ARCHITECTURE VMWARE STRETCHED CLUSTER — D1 · D2 · D3

```
D1 (Site Principal) D2 (Site Secondaire) D3 (Témoin / Witness)
        ├── Hôtes ESXi (N) ├── Hôtes ESXi (N) └── VMware Witness Appliance
        ├── vSAN datastore (preferred) ├── vSAN datastore (secondary) (vote seul — zéro donnée)
        ├── NSX Edge T0/T1 (actif) ├── NSX Edge T0/T1 (standby)
        ├── vCenter Server (actif) └── vCenter Server (passif HA)
        └── DRS + HA activés
        └────────── vSAN Stretched Cluster ──────────┘
        Réplication synchrone D1 ↔ D2 · FTT=1 PFTT=1
        Latence max recommandée : 5ms RTT D1↔D2 · 200ms D1/D2↔D3
```

◆ COUCHE STOCKAGE — vSAN STRETCHED

vSAN Stretched Cluster avec Fault Tolerance Method FTT=1 et Primary Failure To Tolerate PFTT=1 : tolère la perte complète d'un site (D1 ou D2) sans perte de données. Le Witness Appliance sur D3 porte les composants de métadonnées (witness components) pour arbitrer le quorum sans stocker de données VM. Politique de stockage SPBM : les objets vSAN sont distribués entre D1 et D2 selon la règle de placement site-aware. En cas de perte de D1, toutes les VMs basculent sur D2 via vSphere HA — le Witness D3 maintient le quorum.

◆ COUCHE RÉSEAU — NSX-T

NSX-T Tier-0 Gateway en mode actif/standby inter-sites : le T0 actif sur D1 traite le routage Nord-Sud · le T0 standby sur D2 prend le relais en cas de perte de D1. Tier-1 Gateways par tenant/segment. Overlay GENEVE sur le transport réseau physique. Distributed Firewall (DFW) appliqué sur chaque vNIC de VM — le firewall suit la VM indépendamment de sa localisation physique. VTEP (Virtual Tunnel Endpoint) sur chaque hôte ESXi.

◆ COUCHE ORCHESTRATION — VCENTER

vCenter Server en mode HA ou Enhanced Linked Mode. DRS (Distributed Resource Scheduler) : équilibrage de charge inter-hôtes avec règles d'affinité site-aware pour éviter le placement suboptimal inter-sites. vSphere HA : redémarrage automatique des VMs sur le site survivant en cas de perte d'un site. Gestion des Fault Domains : D1 = Preferred · D2 = Secondary.

◆ COUCHE K8s — TANZU

VMware Tanzu Kubernetes Grid (TKG) ou vSphere with Tanzu : clusters K8s supervisés par vCenter · stockage via vSAN CSI driver · réseau via NSX-T NCP (NSX Container Plugin). Les workloads Tanzu sont co-localisés avec les VMs sur le même fabric vSAN/NSX — la migration Tanzu → K3s/K8s vanilla nécessite Velero pour le backup/restore des workloads.

◆ COUCHE PROTECTION

Veeam Backup & Replication ou VMware SRM (Site Recovery Manager) pour les plans de reprise d'activité. RPO/RTO définis par tier de criticité : Tier 1 (RPO <15min · RTO <1h) · Tier 2 (RPO <1h · RTO <4h) · Tier 3 (RPO <24h · RTO <24h).

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ARCHITECTURE PROXMOX STRETCHED — CEPH · OVN · COROSYNC

```
D1 (Site Principal) D2 (Site Secondaire) D3 (Arbitre / Tiebreaker)
        ├── Hôtes Proxmox VE (N) ├── Hôtes Proxmox VE (N) └── Corosync QDevice (corosync-qnetd)
        ├── Ceph OSD (rack: dc1) ├── Ceph OSD (rack: dc2) MON tiebreaker Ceph
        ├── Ceph MON / MGR ├── Ceph MON / MGR (vote seul — zéro OSD)
        ├── OVN Chassis (actif) ├── OVN Chassis (actif)
        └── Proxmox cluster node └── Proxmox cluster node
        └──────── Ceph Stretched Cluster ────────┘
        Réplication synchrone D1 ↔ D2 · stretch_mode
        Latence max acceptable : 10ms RTT D1↔D2 · 30ms D1/D2↔D3
```

◆ COUCHE STOCKAGE — CEPH STRETCHED

Ceph en mode stretched cluster avec CRUSH map personnalisée : bucket type `datacenter` contenant les racks D1 et D2. Règle CRUSH : `stretch_mode true` · `mon stretch_cluster` · `min_size=2` · `size=4` (2 copies D1 + 2 copies D2). Le MON tiebreaker sur D3 arbitre le quorum Ceph sans OSD. RBD (RADOS Block Device) comme backend de stockage VM — interface directe avec Proxmox VE via le pool Ceph.

◆ COUCHE RÉSEAU — OVN + OVS

OVN (Open Virtual Network) avec Open vSwitch : remplacement fonctionnel complet de NSX-T. Routeur logique distribué OVN : équivalent T0/T1. Overlay GENEVE (même protocole que NSX-T — même encapsulation). ACLs OVN : équivalent Distributed Firewall NSX. BGP EVPN avec FRRouting pour le routage inter-datacenter et la symétrie des flux D1↔D2. VTEP OVS sur chaque hôte Proxmox.

◆ COUCHE ORCHESTRATION — PROXMOX CLUSTER

Cluster Proxmox VE via Corosync + QDevice (corosync-qnetd) sur D3. HA Groups par datacenter : `restricted=1` pour les VMs tier 1 (restent sur leur site préféré) · `restricted=0` pour les VMs tier 2/3 (migration auto vers site survivant). Fence devices par site : IPMI/iDRAC pour l'isolation physique en cas de split. Migration à chaud entre D1 et D2 via KVM live migration (équivalent vMotion).

◆ COUCHE K8S — K3S / K8S VANILLA

K3s ou Kubernetes vanilla sur VMs Proxmox · Longhorn ou Ceph RBD CSI driver pour le stockage persistant · Calico ou Cilium pour le réseau pod · Velero pour le backup/restore des workloads (migration depuis Tanzu). K3s recommandé pour les petits clusters (<20 nœuds) · K8s vanilla pour les environnements plus complexes.

◆ COUCHE PROTECTION

Proxmox Backup Server (PBS) : backup incrémentiel des VMs avec déduplication · rétention configurable · chiffrement client-side. En complément ou remplacement : Veeam Community Edition (gratuit jusqu'à 10 workloads) ou Veeam avec licence existante si le contrat le permet pendant la transition.

Fonction vSAN	Équivalent Ceph	Fonction NSX-T	Équivalent OVN
Fault domain (site)	CRUSH bucket datacenter	T0/T1 Gateway	OVN Logical Router
Witness Appliance	MON tiebreaker D3	Distributed Firewall	OVN ACLs
PFTT=1 (site fault)	stretch_mode min_size=2	GENEVE overlay	GENEVE (même protocole)
SPBM policies	Ceph pools + RBD	NSX-T NCP (Tanzu)	Calico/Cilium CNI
vSAN Encryption	Ceph at-rest encryption	VTEP (per ESXi host)	VTEP OVS (per PVE host)

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RISQUES CRITIQUES — SPLIT-BRAIN · LATENCE · SÉQUENÇAGE

◆ RISQUE 1 — SPLIT-BRAIN : LE RISQUE PRINCIPAL DU STRETCHED CLUSTER

CRITIQUE

Si la liaison réseau D1↔D2 est interrompue, les deux sites peuvent continuer à fonctionner indépendamment avec des données divergentes. Sans arbitrage externe (D3), les deux sites se considèrent comme le site "vivant" et continuent d'accepter des écritures — produisant une divergence de données irrécupérable.

VSAN STRETCHED
Le Witness D3 arbitre via le quorum vSAN. Le site sans quorum passe en read-only. Récupération automatique à la reconnexion D1↔D2.

CEPH STRETCHED
Le MON tiebreaker D3 arbitre le quorum Ceph. Le site sans quorum cesse d'accepter les écritures (PG dégradées). Récupération automatique à la reconnexion.

COROSYNC/HA
QDevice D3 arbitre le quorum Proxmox. Fence STONITH par site. Politique HA : fence du site minoritaire avant relocalisation des VMs.

PRÉREQUIS CRITIQUE : la liaison D1/D2↔D3 doit être indépendante de la liaison D1↔D2. Si D3 est sur le même chemin réseau que D1↔D2, le tiebreaker ne peut pas arbitrer une panne de cette liaison.

◆ RISQUE 2 — LATENCE INTER-SITES : CONTRAINTES COMPARÉES

ÉLEVÉ

Technologie	Latence max recommandée	Latence max acceptable	Impact si dépassée
vSAN Stretched D1↔D2	5ms RTT	10ms RTT	Performances dégradées · timeouts SCSI
Ceph Stretched D1↔D2	10ms RTT	20ms RTT	OSD heartbeat warnings · performance I/O
Corosync/QDevice D↔D3	10ms RTT	30ms RTT	Quorum instable · faux positifs HA
vMotion / Live migration	150ms RTT	250ms RTT	Durée migration augmente
vSAN D1/D2 ↔ D3 Witness	200ms RTT	500ms RTT	Quorum vSAN instable

POINT CLÉ : Ceph stretched tolère une latence D1↔D2 de 10ms contre 5ms pour vSAN — ce qui rend la migration vers Proxmox/Ceph compatible avec des configurations inter-sites existantes qui étaient en limite de tolérance vSAN.

◆ RISQUE 3 — SÉQUENÇAGE DE MIGRATION : ORDRE IMPÉRATIF

ÉLEVÉ

La migration d'un stretched cluster ne peut pas se faire couche par couche de façon indépendante. L'ordre est impératif pour éviter de dégrader la tolérance aux pannes pendant la transition :

1. Infrastructure D3 (QDevice + MON tiebreaker Ceph) → prerequis de tout le reste
2. Réseau (OVN/OVS en parallèle de NSX-T) → double-stack pendant la transition
3. Stockage (Ceph stretched en parallèle de vSAN) → migration des données VM tier par tier
4. Compute (Proxmox VE en parallèle d'ESXi) → migration des VMs après stockage validé
5. K8s (K3s/K8s après compute) → Velero backup/restore depuis Tanzu
6. Protection (PBS remplacement Veeam/SRM) → en dernier, après validation complète

NE JAMAIS DÉCOMMISSIONNER VSAN AVANT QUE CEPH STRETCHED SOIT VALIDÉ EN PRODUCTION. La période de double-run stockage est la phase la plus coûteuse mais la moins risquée.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

5 PHASES · SÉQUENCE STRICTE · DOUBLE-RUN CONTRÔLÉ

Les durées sont des estimations indicatives pour une configuration 20 hôtes / 200 VMs / 3 sites. Votre contexte peut varier significativement.

PHASE 0 · AUDIT & PRÉPARATION (estimation : 4–6 semaines)

DSI/CTO : inventaire complet VMs · classification Tier 1/2/3 · calcul coût double-run · audit contrats Broadcom · identification fenêtres de maintenance · décision go/no-go par couche

SRE/Architecte : mesure latence D1↔D2↔D3 · sizing Ceph (OSD/MON/MGR) · sizing Proxmox VE · plan d'adressage OVN · définition CRUSH rules · validation bande passante inter-sites

PHASE 1 · INFRASTRUCTURE PARALLÈLE (estimation : 2–4 semaines)

Installation Proxmox VE sur nouveaux hôtes (ou cohabitation si dimensionnement suffisant) · Cluster Corosync D1+D2+QDevice D3 · Ceph MON tiebreaker D3 · Ceph OSD initiaux D1 et D2 · OVN/OVS configuration de base · PBS installé et configuré. **AUCUNE VM MIGRÉE.** Phase de validation infrastructure uniquement : test split-brain simulé · test basculement Corosync · test quorum Ceph · validation latences.

PHASE 2 · MIGRATION TIER 3 (DEV/TEST) (estimation : 3–4 semaines)

Conversion VMDK → qcow2 avec `virt-v2v` ou Proxmox import · migration à froid des VMs non critiques · validation performances Ceph stretched en charge réelle · validation live migration entre D1 et D2 · validation failover Ceph en cas de simulation perte d'un site · formation équipes sur interface Proxmox. Réseau : premier segment OVN en production parallèle à NSX-T.

PHASE 3 · MIGRATION TIER 2 (PRODUCTION NON CRITIQUE) (estimation : 4–8 semaines)

Migration par vagues de 10–20 VMs · validation HA Proxmox sur perte simulée d'un site · migration des flux NSX-T vers OVN segment par segment · validation ACLs OVN équivalentes au DFW NSX · K8s Tier 2 : migration Tanzu → K3s avec Velero. Réseau : bascule progressive NSX-T → OVN avec double-stack maintenu.

PHASE 4 · MIGRATION TIER 1 (PRODUCTION CRITIQUE) (estimation : 4–8 semaines)

Migration planifiée avec fenêtre de maintenance courte (<30 min par batch) · bascule finale NSX-T → OVN pour flux critiques · désactivation progressive vSAN après validation Ceph en production · test disaster recovery complet D1 → D2 · validation RPO/RTO par tier · test retour arrière documenté. K8s Tier 1 : migration en dernier après validation complète Tier 2.

PHASE 5 · DÉMANTÈLEMENT VMWARE (estimation : 2–4 semaines)

Résiliation abonnements Broadcom · archivage licences · suppression hôtes ESXi · démantèlement NSX-T managers · suppression vCenter · archivage configurations · documentation finale architecture Proxmox · bilan ROI effectif vs estimé · audit de gouvernance logicielle post-migration.

◆ RÈGLE D'OR DU STRETCHED CLUSTER — NE JAMAIS DÉCOMMISSIONNER AVANT VALIDATION

vSAN ne doit pas être décommissionné avant que Ceph stretched ait tourné en production sur tous les Tier migrés pendant au moins 4 semaines sans incident. NSX-T ne doit pas être décommissionné avant que OVN ait géré l'ensemble des flux en production pendant 2 semaines. Le coût du double-run est le prix de la sécurité.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

TABLEAU DE MIGRATION COMPLET — VMWARE → OPEN-SOURCE

Portabilité : T=Totale (standard ouvert) · P=Partielle (adaptation requise) · Effort : F=Faible · M=Moyen · É=Élevé

Couche · Composant VMware	Équivalent open-source	Méthode de migration	Effort	Portabilité
Hyperviseur VMware ESXi + vSphere	Proxmox VE (KVM/QEMU) proxmox.com · Licence AGPLv3	`virt-v2v` · import OVA · Proxmox import plugin · migration à froid ou à chaud	M	**T · KVM standard**
Stockage distribué vSAN Stretched	Ceph RBD Stretched ceph.io · Licence LGPL	Export VMDK → qcow2 · import RBD pool · CRUSH rules stretched · MON tiebreaker D3	É	**T · standard RADOS**
Réseau overlay NSX-T · GENEVE · DFW	OVN + Open vSwitch ovn.org · ovs.org · Apache 2.0	Reconfiguration segment par segment · ACLs OVN · BGP EVPN FRRouting · même protocole GENEVE	É	**T · standards ouverts**
Orchestration cluster vCenter Server · DRS · HA	Proxmox Cluster Mgr + Corosync QDevice D3 tiebreaker	Reparamétrage HA groups · fence devices · migration policies · QDevice corosync-qnetd	M	**T · Corosync standard**
Kubernetes VMware Tanzu (TKG)	K3s / K8s vanilla k3s.io · kubernetes.io	Velero backup/restore · Ceph RBD CSI driver · Calico ou Cilium CNI · recréation clusters	M	**T · CNCF standard**
Backup / PRA Veeam · VMware SRM	Proxmox Backup Server (PBS) + Velero pour K8s	Installation PBS · configuration jobs · rétention · chiffrement · test restore complet	M	**T · format ouvert**
Monitoring / Observabilité vRealize / Aria Operations	OTel + Prometheus + Grafana + Loki logs	Installation stack OTel · dashboards Proxmox · dashboards Ceph · alertes équivalentes	F	**T · CNCF standard**
IaC vSphere Terraform provider	OpenTofu + Proxmox provider opentofu.org · telmate/proxmox	Réécriture des manifests Terraform → OpenTofu · provider proxmox · même logique HCL	M	**T · HCL compatible**

◆ CE QU'ON GAGNE AU-DELÀ DU COÛT

Compétences portables sur des standards ouverts (KVM · Ceph · OVN · K8s) · certifications Linux Foundation et CKAD/CKA valorisées sur le marché · communauté active (Proxmox Forum · Ceph upstream · OVN GitHub) · support entreprise disponible (Proxmox GmbH ~1 400€/an/nœud · Red Hat Ceph Storage · IBM) · zéro dépendance à une licence propriétaire pour continuer à faire tourner l'infrastructure · Data Act art. 25 compatible : migration possible à tout moment sans obstacle contractuel.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

3 PROFILS DE RÉSISTANCE · PLAN DE FORMATION · CERTIFICATIONS

3 PROFILS DE RÉSISTANCE SPÉCIFIQUES VMWARE — NATURE · LEVIER · CE QU'ON NE DIT PAS

① L'INGÉNIEUR VCP/VCAP — Certifié VMware depuis 3–8 ans

Résistance : "Mes certifications VMware ne valent plus rien si on migre vers Proxmox. J'ai investi 3 ans à les obtenir."

Levier : Les compétences KVM/Linux/Ceph/OVN sont plus portables et plus rémunérées que les certifications propriétaires VMware. CKAD, CKA, Linux Foundation — marché plus large. L'embarquer comme architecte de la migration : il devient l'expert le plus précieux du projet.

Ce qu'on ne dit pas : Sa résistance est rationnelle à court terme. Sur 3–5 ans, les compétences ouvertes l'exposent à un marché beaucoup plus large que les certifications Broadcom.

② L'ARCHITECTE NSX — Expert réseau VMware

Résistance : "OVN c'est compliqué, NSX-T je le connais par cœur. Le projet va durer 2 fois plus longtemps si on change le réseau."

Levier : OVN utilise le même protocole GENEVE que NSX-T. La logique de routage distribué est identique. Le delta d'apprentissage est 6–8 semaines, pas 6 mois. Le faire découvrir OVN en parallèle de NSX-T pendant la phase de double-stack.

Ce qu'on ne dit pas : Son expertise NSX-T est directement transférable à OVN — les concepts sont isomorphes. C'est souvent lui le meilleur formateur OVN de l'équipe après 4 semaines de pratique.

③ L'OPS "VCENTER ADDICT" — 5+ ans de confort console

Résistance : "vCenter fait tout en clic. Proxmox c'est de la ligne de commande, on va perdre en productivité."

Levier : Proxmox a une interface web complète et intuitive. Les opérations quotidiennes (créer/cloner/migrer une VM) sont aussi rapides en GUI Proxmox qu'en vCenter. La ligne de commande est un plus, pas une obligation pour les ops courants.

Ce qu'on ne dit pas : L'UX vCenter a été conçue pour créer cette dépendance. La nommer aide à la dépasser. Une démonstration live de 30 minutes suffit généralement à réduire l'anxiété.

◆ PLAN DE FORMATION — 3 PHASES · CARTOGRAPHIE DES COMPÉTENCES

Compétence VMware actuelle	Équivalent open-source	Delta	Durée formation
ESXi / vSphere admin	Proxmox VE + KVM/QEMU	Moyen	3–4 semaines
vSAN admin	Ceph admin (OSD/MON/CRUSH)	Élevé	6–8 semaines
NSX-T architect	OVN + OVS + FRRouting	Moyen	4–6 semaines
Tanzu / vSphere K8s	K3s / K8s vanilla + Velero	Moyen	3–5 semaines
Terraform vSphere provider	OpenTofu + Proxmox provider	Faible	1–2 semaines

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SUIS-JE PRÊT À MIGRER ? · 12 QUESTIONS · SCORE /24

Outil d'aide à la décision · Non exhaustif · Les chiffres de ROI sont des estimations approximatives à titre illustratif

Q.	Question de décision · Oui = 2 pts · Non = 0 pt	Couche
1	Mon abonnement Broadcom a-t-il augmenté de plus de 50% depuis le rachat VMware ?	Tarifaire
2	Mon contrat actuel comporte-t-il des engagements non résiliables dépassant 12 mois ?	Contractuel
3	Ma latence D1↔D2 est-elle inférieure à 10ms RTT (compatible Ceph stretched) ?	Technique
4	Ai-je un site D3 indépendant des chemins réseau D1↔D2 pour le tiebreaker ?	Technique
5	Mon équipe dispose-t-elle d'au moins 2 ingénieurs Linux avancés capables d'administrer Ceph ?	Skills
6	Ai-je des VMs Tier 3 (dev/test) sans contrainte de disponibilité pour servir de pilote ?	Migration
7	Mon stockage vSAN utilise-t-il des politiques SPBM complexes difficiles à reproduire en Ceph ?	Technique
8	Mes flux NSX-T sont-ils documentés (topologie T0/T1, segments, ACLs DFW) ?	Réseau
9	J'utilise Tanzu : mes workloads K8s sont-ils stateless ou avec stockage persistant documenté ?	K8s
10	Ai-je un budget pour 6 mois de double-run (VMware + Proxmox en parallèle) ?	Financier
11	Mon management a-t-il validé une fenêtre de maintenance pour les VMs Tier 1 critiques ?	Gouvernance
12	Mon plan de disaster recovery actuel est-il documenté et testé dans les 6 derniers mois ?	PRA

0–8 pts
Prérequis insuffisants · Audit approfondi avant décision

9–14 pts
Migration faisable · Commencer par Tier 3 · Résoudre les gaps identifiés

15–18 pts
Migration recommandée · Plan 5 phases applicable

19–24 pts
Migration prioritaire · ROI rapide · Commencer Phase 0 immédiatement

◆ ROI APPROXIMATIF — EXEMPLE ILLUSTRATIF (20 HÔTES · 200 VMs · 3 SITES)

Ces chiffres sont purement illustratifs et approximatifs — votre situation réelle peut différer significativement selon la négociation Broadcom, le dimensionnement matériel et le coût de migration interne.

Coût VMware/Broadcom estimé (illustratif) : 300 000€/an (abonnement post-Broadcom ×3 sur une base antérieure de 100 000€).

Coût Proxmox estimé (illustratif) : Support Proxmox GmbH optionnel ~28 000€/an (20 nœuds × 1 400€) · licences logicielles : 0€ (AGPLv3).

Économie annuelle estimée : ~272 000€/an après migration complète.

Coût de migration estimé : 6 mois de double-run (~150 000€ infrastructure) + formation/consulting (~50 000€) = ~200 000€.

ROI estimé : moins de 9 mois après fin de migration. Ces estimations sont indicatives — à recalculer avec vos chiffres réels.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

OUTILS DE MIGRATION · DOCUMENTATION · COMMUNAUTÉS

◆ OUTILS DE CONVERSION VM

VIRT-V2V — conversion de VMs VMware (VMDK) vers KVM (qcow2) · supporte ESXi, vCenter · gestion des drivers virtio automatique · `libguestfs-tools`

QEMU-IMG — conversion manuelle VMDK → qcow2 · `qemu-img convert -f vmdk -O qcow2 vm.vmdk vm.qcow2`

PROXMOX IMPORT PLUGIN — import direct depuis datastore ESXi via l'interface Proxmox · disponible Proxmox VE 8.x

OVFTOOL — export VMware vers OVA/OVF · utilisé en amont de virt-v2v

◆ OUTILS CEPH STRETCHED

CEPH-DEPLOY / CEPHADM — déploiement Ceph · cephadm recommandé pour Ceph 16+

CRUSHTOOL — compilation et validation des CRUSH maps

CEPH MON STRETCH CLUSTER — commande d'activation du mode stretched

RADOSGW-ADMIN — gestion objets RGW si stockage objet requis

◆ OUTILS RÉSEAU OVN

OVN-NBCTL / OVN-SBCTL — gestion des bases de données North/South OVN

OVS-VSCTL — configuration Open vSwitch

FRROUTING (FRR) — BGP EVPN pour routage inter-sites

PROXMOX SDN — interface Proxmox pour OVN (simplifie la configuration)

◆ OUTILS K8S & BACKUP

VELERO — backup/restore workloads K8s · migration Tanzu → K3s/K8s vanilla · `vmware-tanzu/velero`

K3S — Kubernetes léger · idéal <20 nœuds · `k3s.io`

CEPH CSI DRIVER — stockage persistant K8s via RBD · `github.com/ceph/ceph-csi`

PBS (PROXMOX BACKUP SERVER) — backup incrémentiel VMs · déduplication · chiffrement · gratuit

◆ DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

PROXMOX VE ADMIN GUIDE — pve.proxmox.com/pve-docs/

CEPH DOCUMENTATION — docs.ceph.com · section "Stretched Clusters"

OVN ARCHITECTURE GUIDE — ovn.org/documentation

FRROUTING DOCS — docs.frrouting.org · BGP EVPN

RFC 7348 — VXLAN encapsulation

RFC 8365 — EVPN pour l'interconnexion de datacenters

◆ COMMUNAUTÉS & SUPPORT

PROXMOX COMMUNITY FORUM — forum.proxmox.com · très actif · réponses rapides

CEPH MAILING LISTS — lists.ceph.io · ceph-users pour les questions opérationnelles

OVN GITHUB — github.com/ovn-org/ovn · issues et discussions

SUPPORT PROXMOX GMBH — ~1 400€/an/nœud · SLA garanti

RED HAT CEPH STORAGE — support entreprise Ceph

◆ COMMANDES CLÉS — DÉMARRAGE RAPIDE

```
# Conversion VMDK → qcow2
virt-v2v -i vmx vm.vmx -o local -os /var/lib/vz/images/100/
# Activation Ceph stretched mode
ceph mon enable_stretch_mode <tiebreaker_mon> datacenter
# QDevice Corosync sur D3
pvecm qdevice setup <qdevice-ip>
# Migration VM live D1 → D2
qm migrate <vmid> <target-node-d2> --online --with-local-disks 0
```

Ce guide est une étude technique générique. Les configurations sont illustratives.
Ce document ne constitue pas un conseil d'ingénierie individualisé.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

GUIDE TUTORIEL TECHNIQUE · JUIN 2026

MIGRATION VMWARE VERS PROXMOX VE

Tutoriel d'Exécution Complet · 13 Modules

Stretched Cluster D1 · D2 · Témoin D3

De l'audit initial à l'exploitation continue

Commandes, fichiers de configuration et checklists de validation

13	3	60+	4
Modules d'exécution	Datacenters D1/D2/D3	Commandes & configs	Scénarios de panne

SUITE TECHNIQUE — COMPLÉMENT À L'ÉTUDE D'ARCHITECTURE

Ce guide est la suite opérationnelle de l'étude d'architecture. Là où l'étude formalise les choix techniques et la trajectoire cible, ce tutoriel fournit les commandes, fichiers de configuration et checklists nécessaires à l'exécution réelle de chaque couche de la migration, de l'audit initial jusqu'à l'exploitation continue.

Toutes les commandes et configurations sont génériques et illustratives.
À adapter à votre environnement réel avant exécution en production. *Document public · CC BY-NC-SA 4.0*

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine

SOMMAIRE

◆ Module 0 · Audit et Inventaire Pre-Migration
◆ Module 1 · Dimensionnement et Calcul de Capacité
◆ Module 2 · Préparation et Pre-Flight
◆ Module 3 · Cluster Corosync et QDevice D3
◆ Module 4 · Ceph Stretched de bout en bout
◆ Module 5 · Réseau SDN VXLAN/EVPN
◆ Module 6 · Sécurité, Hardening et IAM
◆ Module 7 · HA, Fencing et Affinité
◆ Module 8 · Migration v2v pas à pas
◆ Module 9 · Sauvegarde PBS et Immuabilité
◆ Module 10 · Observabilité
◆ Module 11 · Exercices de Panne (Chaos Engineering)
◆ Module 12 · Exploitation Continue et Recette

◆ COMMENT UTILISER CE GUIDE

Chaque module suit la même structure : objectif, commandes d'exécution, fichiers de configuration complets, et une checklist de validation en fin de section. Les modules sont conçus pour être suivis dans l'ordre — chaque module suivant suppose que les validations du module précédent sont acquises. Les blocs de commande sont génériques et doivent être adaptés aux conventions de nommage, plages d'adressage IP et conventions de sécurité de votre organisation avant exécution.

Ce document est la suite opérationnelle de l'étude d'architecture de référence. Il ne remplace pas un accompagnement par un intégrateur ou un architecte sur un projet de migration réel à fort enjeu — il fournit le squelette d'exécution reproductible.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

AUDIT ET INVENTAIRE PRE-MIGRATION

Avant toute action sur Proxmox, l'inventaire exhaustif de l'environnement VMware existant est la condition de réussite numéro un. La majorité des incidents de migration documentés dans l'industrie proviennent d'une dépendance applicative non identifiée en amont — pas d'un défaut technique de la plateforme cible.

0.1 · Inventaire des VMs via PowerCLI

Script d'export complet de l'inventaire vCenter au format CSV, incluant la configuration matérielle virtuelle, les politiques de stockage SPBM et l'état des outils invités.

```
Connect-VIServer -Server vcenter.local
        Get-VM | Select-Object Name, NumCpu, MemoryGB,
        @{N="Datastore";E={($_ | Get-Datastore).Name -join ","}},
        @{N="SPBMPolicy";E={(Get-SpbmEntityConfiguration -VM $_).StoragePolicy.Name}},
        @{N="ToolsStatus";E={$_.ExtensionData.Guest.ToolsStatus}},
        @{N="OS";E={$_.ExtensionData.Guest.GuestFullName}},
        PowerState | Export-Csv -Path inventaire_vms.csv -NoTypeInformation
```

0.2 · Classification par criticité (Tier 1/2/3)

1. **Tier 1 (Critique)** · RPO < 15 min, RTO < 1h. Bases de données transactionnelles, ERP, systèmes de paie.
2. **Tier 2 (Important)** · RPO < 1h, RTO < 4h. Applications métier non critiques, intranet.
3. **Tier 3 (Non-critique)** · RPO < 24h, RTO < 24h. Environnements de dev/test, sandbox.

0.3 · Cartographie des dépendances réseau NSX-T

Avant de remplacer NSX-T par le SDN Proxmox, documenter la topologie exacte : segments logiques, règles DFW actives, passerelles T0/T1, tables anti-spoofing.

```
curl -k -u admin:password -X GET \
        "https://nsx-manager.local/policy/api/v1/infra/segments" \
        -H "Content-Type: application/json" > segments_nsx.json

        curl -k -u admin:password -X GET \
        "https://nsx-manager.local/policy/api/v1/infra/domains/default/security-policies" \
        -H "Content-Type: application/json" > dfw_rules.json
```

0.4 · Audit des politiques de stockage SPBM

Lister les politiques SPBM en usage et leur correspondance future en CRUSH rules Ceph — cette étape conditionne la complexité du Module 4.

```
Get-SpbmStoragePolicy | Select-Object Name, AnyOfRuleSets, Description
```

0.5 · Audit des licences Windows Server

Pour chaque VM Windows Server, vérifier le mode de licensing (cœur physique, Datacenter, mobilité de licence) avant la migration vers KVM — point de non-conformité fréquent et coûteux s'il est découvert après la migration.

✓ VALIDATION — Inventaire CSV complet généré et vérifié manuellement sur 10% des VMs

✓ VALIDATION — Classification Tier 1/2/3 validée avec les équipes métier

✓ VALIDATION — Export NSX-T (segments + DFW) archivé et documenté

✓ VALIDATION — Table de correspondance SPBM → CRUSH rules ébauchée

✓ VALIDATION — Audit de conformité licences Windows Server effectué

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

DIMENSIONNEMENT ET CALCUL DE CAPACITÉ

1.1 · Formule de sizing Ceph — capacité utile

La capacité utile dépend du facteur de réplication choisi. Pour une architecture stretched avec size=4 (2 copies par site) et min_size=2 :

```
Capacité_utile = Capacité_brute_totale / facteur_réplication
Capacité_utile = Capacité_brute_totale / 4
```

Exemple : 24 OSD de 4 To chacun = 96 To bruts → Capacité utile réelle = 96 / 4 = **24 To exploitables**

1.2 · Calcul de la RAM nécessaire par nœud Ceph

Règle de dimensionnement : prévoir environ 1 Go de RAM par To d'OSD géré, plus une marge de 30% pour les pics de reconstruction (recovery).

```
RAM_Ceph_minimale = (Volume_OSD_par_nœud_en_To × 1 Go) × 1.3
```

Exemple : un nœud avec 4 OSD de 4 To = 16 To par nœud → RAM_Ceph_minimale = (16 × 1) × 1.3 = **20.8 Go dédiés à Ceph**

1.3 · Calcul de la capacité de calcul (vCPU/vRAM)

Méthode de calcul du taux de consolidation cible en tenant compte de la marge HA (perte d'un site).

```
vCPU_disponibles_par_site = (Cœurs_physiques × Nb_nœuds_par_site) × ratio_survcharge
Marge_HA_requise = Charge_totale_VMs / Nb_sites_actifs_après_perte
```

Avec 2 sites actifs et perte tolérée d'1 site : chaque site doit pouvoir absorber 100% de la charge totale seul.

1.4 · Calculateur de TCO réutilisable

Poste	Formule	Variable à renseigner
CAPEX Matériel	Nb_nœuds × Coût_unitaire	Devis fournisseur
Support éditeur annuel	Nb_nœuds × Coût_support	~1400€/an/nœud (ordre de grandeur)
Double-run transition	Coût_VMware × Durée_mois	Variable selon contrat existant
Économie annuelle nette	Coût_VMware - Support_Proxmox	-

✓ **VALIDATION** — Calcul de capacité utile Ceph documenté et validé par site

✓ **VALIDATION** — RAM Ceph calculée et comparée aux specs matérielles commandées

✓ **VALIDATION** — Marge HA testée sur papier : un site seul absorbe 100% de la charge

✓ **VALIDATION** — Tableau TCO rempli avec les chiffres réels du projet

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PRÉPARATION ET PRE-FLIGHT

2.1 · Installation Proxmox VE — déploiement reproductible

Utiliser l'ISO officielle en mode graphique ou via fichier de réponse pour un déploiement automatisé et reproductible sur plusieurs nœuds.

```
[global]
        keyboard = "fr"
        country = "fr"
        fqdn = "pve-d1-node1.lan.local"
        timezone = "Europe/Paris"
        root_password = "CHANGER_MOI"

        [network]
        source = "from-dhcp"

        [disk-setup]
        filesystem = "zfs"
        zfs.raid = "raid10"
```

2.2 · Configuration réseau — bonding et VLANs

Chaque nœud doit disposer d'au minimum 2 interfaces réseau en bonding actif-actif (LACP) pour le trafic Ceph back-end, séparées du réseau de management.

```
auto bond0
        iface bond0 inet manual
        bond-slaves eno1 eno2
        bond-miimon 100
        bond-mode 802.3ad
        bond-xmit-hash-policy layer3+4

        auto vmbr0
        iface vmbr0 inet static
        address 10.10.1.11/24
        bridge-ports bond0
        bridge-stp off
```

2.3 · Benchmark réseau inter-site — iperf3

Valider la latence et bande passante réelles entre D1 et D2. Ceph stretché tolère jusqu'à 10ms RTT.

```
# Sur D2 (serveur)
        iperf3 -s -p 5201

        # Sur D1 (client) — 60 secondes, 4 flux parallèles
        iperf3 -c 10.20.1.11 -p 5201 -t 60 -P 4

        # Test latence/jitter
        ping -c 100 10.20.1.11 | tail -5
```

✓ **VALIDATION** — Débit mesuré ≥ 25 Gbps sur le lien dédié inter-site

✓ **VALIDATION** — Latence RTT moyenne < 10ms, jitter stable

2.4 · Benchmark stockage brut — FIO

Test de performance brute des disques NVMe avant intégration Ceph, pour détecter tout disque sous-performant.

```
fio --name=test_baseline --ioengine=libaio --rw=randwrite \
        --bs=4k --direct=1 --size=10G --numjobs=4 --iodepth=64 \
        --runtime=60 --group_reporting --filename=/dev/nvme0n1
```

✓ **VALIDATION** — IOPS écriture aléatoire 4k conformes aux specs constructeur

✓ **VALIDATION** — Latence moyenne d'écriture inférieure à 1ms sur le disque seul

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PRÉPARATION ET PRE-FLIGHT

2.5 · Checklist matérielle pre-flight

✓ **VALIDATION** — Contrôleurs HBA en mode IT/Pass-through (pas de RAID matériel actif)

✓ **VALIDATION** — Power Loss Protection (PLP) vérifiée sur chaque SSD destiné à Ceph

✓ **VALIDATION** — Watchdog matériel actif et testé (/dev/watchdog accessible)

✓ **VALIDATION** — BIOS en mode performance, C-States désactivés sur nœuds de calcul

OPS

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CLUSTER COROSYNC ET QDEVICE D3

3.1 · Formation du cluster Proxmox

Le premier nœud initialise le cluster, les nœuds suivants le rejoignent — création de la base de configuration distribuée pmxcfs partagée entre tous les nœuds.

```
# Sur pve-d1-node1, initialisation
        pvecm create cluster-stretched --link0 10.10.1.11

        # Sur chaque nœud suivant, jonction
        pvecm add 10.10.1.11 --link0 10.10.1.12
```

✓ VALIDATION — pvecm status affiche le nombre total de nœuds attendus avec quorum OK

3.2 · Déploiement du QDevice sur D3

Le QDevice tourne sur une machine indépendante hébergée sur D3, totalement séparée du chemin réseau D1-D2.

```
# Sur la machine D3
        apt install corosync-qnetd -y

        # Sur un nœud du cluster Proxmox
        apt install corosync-qdevice -y
        pvecm qdevice setup 10.30.1.5 -f
```

✓ VALIDATION — pvecm status affiche le QDevice comme membre votant actif

3.3 · Vérification de la répartition des votes

Avec 3 nœuds par site (D1 + D2) plus le QDevice, le total est de 7 voix. Le quorum est calculé à la majorité absolue.

```
pvecm status
        # Sortie attendue : Expected votes: 7, Total votes: 7, Quorum: 4
```

3.4 · Test de simulation — perte du lien inter-site

Avant mise en production, simuler la coupure du lien D1-D2 pour valider le comportement de bascule (le site avec le QDevice obtient la majorité).

```
# Simulation de coupure réseau sur un nœud de test
        iptables -A INPUT -s 10.20.0.0/24 -j DROP
        iptables -A OUTPUT -d 10.20.0.0/24 -j DROP
```

✓ VALIDATION — Le site prioritaire (avec accord QDevice) conserve le quorum

✓ VALIDATION — Le site isolé déclenche son auto-clôture (watchdog) sans intervention manuelle

✓ VALIDATION — Rétablissement du lien restaure automatiquement le cluster complet

3.5 · Checklist de fin de module

✓ VALIDATION — Cluster à 7 voix opérationnel et stable depuis plus de 24h

✓ VALIDATION — Test de coupure réseau effectué et documenté avec horodatage

✓ VALIDATION — Procédure de reconnexion post-incident validée pour les équipes ops

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CEPH STRETCHED DE BOUT EN BOUT

4.1 · Déploiement initial via cephadm

cephadm est l'outil de déploiement recommandé pour les versions récentes de Ceph. Il s'exécute en conteneur et orchestre l'installation sur l'ensemble des nœuds.

```
# Bootstrap du premier moniteur
        cephadm bootstrap --mon-ip 10.10.1.11 --cluster-network 10.10.2.0/24

        # Ajout des hôtes au cluster Ceph
        ceph orch host add pve-d1-node2 10.10.1.12
        ceph orch host add pve-d1-node3 10.10.1.13
        ceph orch host add pve-d2-node1 10.20.1.11
        ceph orch host add pve-d2-node2 10.20.1.12
        ceph orch host add pve-d2-node3 10.20.1.13
```

4.2 · Construction de la hiérarchie CRUSH par datacenter

Créer les buckets logiques de type datacenter pour encapsuler les hôtes de chaque site — condition préalable à l'activation du stretch mode.

```
ceph osd crush add-bucket D1 datacenter
        ceph osd crush add-bucket D2 datacenter
        ceph osd crush move D1 root=default
        ceph osd crush move D2 root=default
        ceph osd crush move pve-d1-node1 datacenter=D1
        ceph osd crush move pve-d1-node2 datacenter=D1
        ceph osd crush move pve-d1-node3 datacenter=D1
        ceph osd crush move pve-d2-node1 datacenter=D2
        ceph osd crush move pve-d2-node2 datacenter=D2
        ceph osd crush move pve-d2-node3 datacenter=D2
```

✓ VALIDATION — ceph osd tree affiche la hiérarchie D1/D2 correctement peuplée

4.3 · Définition de la règle CRUSH stretched

La règle impose 2 copies sur D1 et 2 copies sur D2, garantissant la survie complète des données en cas de perte d'un site.

```
ceph osd crush rule create-replicated stretched_rule default datacenter
        ceph osd crush rule dump stretched_rule
```

4.4 · Activation du mode stretch natif

Le mode stretch natif lie explicitement le moniteur arbitre D3 et active le comportement de bascule automatique.

```
ceph mon set election_strategy connectivity
        ceph mon enable_stretch_mode pve-d3-mon stretched_rule datacenter
```

✓ VALIDATION — ceph -s affiche le cluster en mode "stretched" actif sans warning

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CEPH STRETCHED — POOL RBD ET TEST DE BASCULE

4.5 · Création du pool RBD pour Proxmox

```
# Création du pool de stockage VM
        ceph osd pool create vm-storage 128 128 replicated stretched_rule
        ceph osd pool set vm-storage size 4
        ceph osd pool set vm-storage min_size 2
        rbd pool init vm-storage

        # Intégration dans Proxmox
        pvesm add rbd ceph-stretched --pool vm-storage \
        --monhost "10.10.1.11 10.20.1.11 10.30.1.5"
```

4.6 · Test de bascule réel — perte simulée du site D1

Arrêt contrôlé des services Ceph sur D1 pour valider le comportement de bascule en conditions réalistes.

```
systemctl stop ceph-osd.target
        systemctl stop ceph-mon.target
```

✓ **VALIDATION** — ceph -s depuis D2 affiche HEALTH_WARN avec pool en mode dégradé mais accessible en écriture

✓ **VALIDATION** — Les VMs sur D2 continuent de fonctionner sans interruption d'écriture

✓ **VALIDATION** — Au redémarrage des services D1, la resynchronisation (recovery) démarre automatiquement

4.7 · Checklist de fin de module

✓ **VALIDATION** — Pool vm-storage opérationnel avec size=4, min_size=2 vérifié

✓ **VALIDATION** — Test de coupure D1 effectué avec succès, VMs D2 ininterrompues

✓ **VALIDATION** — Temps de resynchronisation post-incident mesuré et documenté

⚠ POINT D'ATTENTION SRE — LATENCE RÉSEAU INTER-SITE

La réplication synchrone Ceph implique qu'une opération d'écriture subisse la latence aller-retour inter-site (RTT). Une latence RTT de 2ms ajoute de facto un coût de transaction fixe d'environ 2ms. L'usage de fibres dédiées et de disques NVMe classe entreprise est impératif pour ne pas dégrader les performances applicatives perçues.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RÉSEAU SDN VXLAN/EVPN

5.1 · Activation du module SDN Proxmox

```
apt install frr frr-pythontools -y
        systemctl enable frr --now
```

5.2 · Configuration de la zone EVPN

Zone SDN de type EVPN qui encapsule le trafic en VXLAN avec un plan de contrôle BGP pour la diffusion des routes entre D1, D2 et D3.

```
# /etc/pve/sdn/zones.cfg
        evpn: zone-stretched
        controller bgp-controller
        vrf-vxlan 10000
        exitnodes pve-d1-node1,pve-d2-node1

        # /etc/pve/sdn/controllers.cfg
        bgp: bgp-controller
        asn 65000
        node pve-d1-node1
        peers 10.20.1.11,10.30.1.5
```

5.3 · Définition des VNets applicatifs

Chaque VNet correspond à un segment logique équivalent à un segment NSX-T, avec passerelle anycast distribuée sur tous les hyperviseurs.

```
# /etc/pve/sdn/vnets.cfg
        vnet: vnet-web
        zone zone-stretched
        tag 100

        vnet: vnet-db
        zone zone-stretched
        tag 200
```

5.4 · Pare-feu distribué (équivalent DFW)

```
# /etc/pve/firewall/cluster.fw
        [group sec-web-servers]
        IN SSH(ACCEPT) -log info
        IN HTTP(ACCEPT)
        IN HTTPS(ACCEPT)
        OUT DB_PORT(ACCEPT) -dest +db-servers-ipset

        [ipset web-servers-ipset]
        10.100.10.0/24
        [ipset db-servers-ipset]
        10.100.20.0/24
```

5.5 · Anti-spoofing

```
pvesh set /nodes/pve-d1-node1/qemu/101/firewall/options --ipfilter 1 --macfilter 1
```

5.6 · Test de connectivité inter-site

```
vtysh -c "show bgp l2vpn evpn summary"
        vtysh -c "show evpn vni"
```

✓ **VALIDATION** — Routes EVPN apprises sur les trois nœuds exitnodes (D1, D2, D3)

✓ **VALIDATION** — VM sur vnet-web en D1 ping avec succès une VM sur vnet-web en D2

✓ **VALIDATION** — Trafic inter-VNet non autorisé bloqué par le pare-feu

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

RÉSEAU SDN VXLAN/EVPN

5.7 · Checklist de fin de module

✓ **VALIDATION** — Zone EVPN stable, BGP établi entre D1/D2/D3

✓ **VALIDATION** — Règles de microsegmentation testées positif et négatif

✓ **VALIDATION** — Anti-spoofing actif et vérifié sur toutes les VMs critiques

OPS

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

SÉCURITÉ, HARDENING ET IAM

6.1 · Hardening de l'accès SSH au cluster

```
# /etc/ssh/sshd_config
        PermitRootLogin prohibit-password
        PasswordAuthentication no
        PubkeyAuthentication yes
        AllowUsers admin@10.0.0.0/8
```

6.2 · Activation 2FA (TOTP) sur l'interface web

Proxmox VE supporte TOTP nativement pour l'accès à l'interface de gestion, indépendamment de l'authentification SSH. Configuration via Datacenter > Permissions > Two Factor.

6.3 · Intégration LDAP/Active Directory

Intégrer le cluster à l'annuaire d'entreprise existant pour centraliser la gestion des accès et la traçabilité.

```
pveum realm add ad-entreprise --type ad \
        --server1 ad.entreprise.local \
        --domain entreprise.local \
        --base-dn "DC=entreprise,DC=local" \
        --bind-dn "CN=svc-proxmox,OU=Service,DC=entreprise,DC=local"
```

6.4 · Gestion des secrets Ceph et PBS

Les clés d'authentification Ceph (cephx) et de chiffrement PBS doivent être stockées hors du cluster, dans un coffre-fort de secrets dédié.

```
ceph auth get client.admin -o /root/ceph-admin-key.backup
        chmod 600 /root/ceph-admin-key.backup
```

6.5 · Permissions et rôles (RBAC) par équipe

```
pveum role add VM-Operator -privs "VM.PowerMgmt,VM.Console,VM.Monitor"
        pveum acl modify /vms/101 --roles VM-Operator --users ops-team@ad-entreprise
```

6.6 · Audit des journaux et conformité

```
echo "*.* @@siem.entreprise.local:514" >> /etc/rsyslog.conf
        systemctl restart rsyslog
```

6.7 · Checklist de fin de module

- ✓ **VALIDATION** — Authentification par mot de passe SSH désactivée et clés déployées
- ✓ **VALIDATION** — 2FA actif pour tous les comptes à privilège administrateur
- ✓ **VALIDATION** — Intégration AD/LDAP fonctionnelle, testée avec un compte non-admin
- ✓ **VALIDATION** — Clés Ceph et PBS sauvegardées hors cluster dans un coffre-fort dédié
- ✓ **VALIDATION** — RBAC appliqué : aucun compte applicatif ne dispose du rôle Administrateur complet

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

HA, FENCING ET AFFINITÉ

7.1 · Configuration des groupes HA

Un groupe HA définit l'ensemble des nœuds éligibles à l'hébergement d'une VM en cas de bascule, avec une priorité optionnelle par nœud.

```
ha-manager groupadd groupe-tier1 \
        --nodes "pve-d1-node1:2,pve-d1-node2:2,pve-d2-node1:1,pve-d2-node2:1"
```

7.2 · Ajout d'une VM à la gestion HA

```
ha-manager add vm:101 --group groupe-tier1 --max_restart 3 --max_relocate 2
```

✓ **VALIDATION** — ha-manager status affiche la VM 101 comme "started" avec son groupe correctement assigné

7.3 · Règles d'anti-affinité

Empêcher deux VMs redondantes (ex. deux contrôleurs de domaine) de se retrouver sur le même nœud physique après une bascule automatique.

```
affinity_rules:
        - type: anti-affinity
        name: isolation-ad-controllers
        vms: [101, 102]
        action_on_violation: migrate
```

7.4 · Watchdog matériel et auto-clôture

```
ls -la /dev/watchdog
        wdctl /dev/watchdog
```

✓ **VALIDATION** — Le périphérique /dev/watchdog est présent et accessible par le service Proxmox HA

7.5 · Script d'équilibrage dynamique de charge (DRS-like)

En l'absence d'ordonnanceur dynamique natif équivalent à DRS, un script planifié interroge l'API REST de Proxmox pour évaluer la charge et déclencher des migrations à chaud.

```
import requests

        def get_node_load(node):
        r = requests.get(f"https://cluster:8006/api2/json/nodes/{node}/status",
        verify=False, headers={"Authorization": "PVEAPIToken=..."})
        return r.json()["data"]["cpu"]

        nodes = ["pve-d1-node1", "pve-d1-node2", "pve-d2-node1", "pve-d2-node2"]
        loads = {n: get_node_load(n) for n in nodes}
        overloaded = max(loads, key=loads.get)
        underloaded = min(loads, key=loads.get)
        if loads[overloaded] - loads[underloaded] > 0.3:
```

7.6 · Test de bascule HA réelle

```
echo c > /proc/sysrq-trigger
        # Provoque un crash kernel immédiat pour simuler une panne matérielle brutale
```

✓ **VALIDATION** — La VM redémarre automatiquement sur un nœud du groupe HA en moins de 120 secondes

✓ **VALIDATION** — Les règles d'anti-affinité sont respectées après la bascule

7.7 · Checklist de fin de module

✓ **VALIDATION** — Tous les groupes HA créés et VMs Tier 1/2 assignées correctement

✓ **VALIDATION** — Watchdog testé et confirmé fonctionnel sur chaque nœud

✓ **VALIDATION** — Test de crash nœud effectué avec RTO mesuré et documenté

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MIGRATION V2V PAS À PAS

8.1 · Préparation de la connexion vCenter dans Proxmox

L'assistant d'importation natif Proxmox se connecte directement à vCenter pour lister les VMs disponibles, sans étape de conversion manuelle préalable.

```
pvesh create /nodes/pve-d1-node1/import/vmware \
        --vcenter vcenter.entreprise.local --username svc-migration@vsphere.local
```

8.2 · Migration d'une VM Linux — cas d'école

```
pvesh create /nodes/pve-d1-node1/import/vmware/import \
        --vm-id 201 --source-vm "app-linux-01" \
        --storage vm-storage --bridge vnet-web
```

✓ VALIDATION — La VM démarre sous Proxmox avec les disques accessibles en RBD

✓ VALIDATION — L'adresse IP et les services applicatifs répondent normalement après démarrage

8.3 · Optimisation post-migration — drivers VirtIO sur Linux

```
lsmod | grep virtio
        # Doit afficher virtio_net, virtio_blk ou virtio_scsi selon la config du disque
```

8.4 · Migration d'une VM Windows Server — cas d'école

La procédure Windows nécessite l'injection des pilotes VirtIO avant le premier démarrage sous Proxmox, sous peine d'écran bleu au boot.

```
# Exécuté sur la VM Windows source, avant la coupure finale
        pnputil -i -a "E:\viostor\2k22\amd64\viostor.inf"
        pnputil -i -a "E:\NetKVM\2k22\amd64\netkvm.inf"

        pvesh create /nodes/pve-d1-node1/import/vmware/import \
        --vm-id 202 --source-vm "app-windows-01" \
        --storage vm-storage --bridge vnet-web --scsihw virtio-scsi-pci
```

✓ VALIDATION — Démarrage réussi sans erreur INACCESSIBLE_BOOT_DEVICE

✓ VALIDATION — Gestionnaire de périphériques Windows ne signale aucun pilote manquant

8.5 · Configuration du vTPM pour BitLocker

```
qm set 202 --tpmstate0 vm-storage:1,version=v2.0
```

✓ VALIDATION — La VM Windows détecte le module TPM 2.0 dans le gestionnaire de périphériques

8.6 · Déclaration de conformité licence Windows

Documenter dans le portail SAM (Software Asset Management) de l'entreprise le changement d'infrastructure physique sous-jacente — condition de conformité contractuelle Microsoft.

8.7 · Checklist de fin de module

✓ VALIDATION — VM Linux pilote migrée et validée en production sur un cycle complet

✓ VALIDATION — VM Windows pilote migrée, VirtIO injecté, vTPM actif si applicable

✓ VALIDATION — Déclaration SAM effectuée pour toutes les VMs Windows Server migrées

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MODULE 9 · SAUVEGARDE PBS ET IMMUABILITÉ

SAUVEGARDE PBS ET IMMUABILITÉ

9.1 · Installation de Proxmox Backup Server

PBS s'installe en standalone, idéalement sur une infrastructure physiquement distincte du cluster de production pour garantir l'isolement en cas de compromission.

```
wget http://download.proxmox.com/debian/pbs/proxmox-release-bookworm.gpg \
        -O /etc/apt/trusted.gpg.d/proxmox-release-bookworm.gpg
        echo "deb http://download.proxmox.com/debian/pbs bookworm pbs-no-subscription" \
        > /etc/apt/sources.list.d/pbs.list
        apt update && apt install proxmox-backup-server -y
```

9.2 · Création du datastore de sauvegarde

```
proxmox-backup-manager datastore create pbs-backup-pool /mnt/backup/pbs-store
```

9.3 · Connexion de Proxmox VE au datastore PBS

```
pvesm add pbs pbs-storage --server pbs.entreprise.local \
        --datastore pbs-backup-pool --username backup@pbs --fingerprint "XX:XX:XX..."
```

9.4 · Politique de rétention GFS

```
# /etc/proxmox-backup/datastore.cfg
        datastore: pbs-backup-pool
        path /mnt/backup/pbs-store
        keep-last 14
        keep-daily 7
        keep-weekly 4
        keep-monthly 12
        keep-yearly 1
        verify-new true
```

9.5 · Activation de l'immuabilité WORM

Verrouillage temporel sur les sauvegardes critiques pour empêcher toute suppression ou modification, y compris par un compte administrateur compromis.

```
proxmox-backup-client protected-set <SNAPSHOT_ID> true \
        --repository pbs.entreprise.local:pbs-backup-pool
```

9.6 · Réplication vers D3 (Pull Sync)

```
proxmox-backup-manager remote create pbs-d1 --host pbs.entreprise.local --auth-id sync@pbs
        proxmox-backup-manager sync-job create job-d3-sync \
        --remote pbs-d1 --remote-store pbs-backup-pool \
        --store pbs-backup-pool-d3 --schedule "daily"
```

9.7 · Test de restauration complète

```
qmrestore <BACKUP_ID> 301 --storage vm-storage
```

✓ **VALIDATION** — Restauration complète effectuée en moins du RTO cible défini pour le Tier de la VM

✓ **VALIDATION** — VM restaurée démarre et les données sont intègres

9.8 · Checklist de fin de module

✓ **VALIDATION** — Politique GFS appliquée et vérifiée sur le datastore principal

✓ **VALIDATION** — Immuabilité WORM activée sur les sauvegardes Tier 1

✓ **VALIDATION** — Réplication D3 fonctionnelle, testée avec un job de synchronisation complet

✓ **VALIDATION** — Test de restauration complète documenté avec temps mesuré

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MODULE 10 · OBSERVABILITÉ

OBSERVABILITÉ

10.1 · Installation de la stack de collecte

VictoriaMetrics ou Prometheus collectent les métriques exposées nativement par Proxmox VE et Ceph, sans agent additionnel sur les hôtes.

```
# /etc/pve/status.cfg
        influxdb: metrics-server
        server metrics.entreprise.local
        port 8089
        mtu 1450
```

10.2 · Exportateur Ceph

```
ceph mgr module enable prometheus
        ceph config set mgr mgr/prometheus/server_addr 0.0.0.0
        ceph config set mgr mgr/prometheus/server_port 9283
```

✓ VALIDATION — curl http://localhost:9283/metrics retourne les métriques Ceph au format Prometheus

10.3 · Configuration des cibles de scraping

```
# /etc/prometheus/prometheus.yml
        scrape_configs:
        - job_name: 'ceph'
        static_configs:
        - targets: ['pve-d1-node1:9283', 'pve-d2-node1:9283']
        - job_name: 'proxmox'
        static_configs:
        - targets: ['pve-d1-node1:9221', 'pve-d2-node1:9221']
```

10.4 · Indicateurs SLI/SLO de référence

Indicateur	Seuil cible	Action de remédiation
Latence WAN inter-site	< 10ms (p99)	Alerte P1, suspension migrations
Latence écriture Ceph	< 15ms (p99)	Vérif disques NVMe et réseau back-end
Usure SSD	< 85%	Alerte P3, remplacement préventif
Quorum Corosync	100% dispo	Alerte P1 immédiate

10.5 · Règles d'alerte Prometheus

```
groups:
        - name: ceph_alerts
        rules:
        - alert: CephOSDWearoutWarning
        expr: ceph_disk_wearout_ratio > 0.85
        for: 2h
        labels: {severity: warning}
        annotations: {summary: "Usure SSD OSD critique détectée"}
```

10.6 · Checklist de fin de module

✓ VALIDATION — Stack Prometheus/VictoriaMetrics opérationnelle et collectant depuis tous les nœuds

✓ VALIDATION — Toutes les règles d'alerte SLI/SLO actives et testées

✓ VALIDATION — Dashboard Grafana validé avec les équipes ops comme outil quotidien

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

EXERCICES DE PANNE — CHAOS ENGINEERING LÉGER

Les scénarios ci-dessous doivent être exécutés en pré-production puis répétés en production lors de fenêtres de maintenance planifiées, à raison d'un cycle complet tous les 6 mois minimum.

11.1 · Scénario A — Perte totale du datacenter D1

```
for node in pve-d1-node1 pve-d1-node2 pve-d1-node3; do
        ssh $node "systemctl stop pve-cluster corosync ceph.target"
        done
```

✓ **VALIDATION** — D2 conserve le quorum (3 voix + 1 QDevice = 4 voix sur 7)

✓ **VALIDATION** — Ceph passe en mode dégradé monoplace sur D2 sans perte d'écriture

✓ **VALIDATION** — VMs Tier 1 D1 redémarrent automatiquement sur D2 en moins de 120 secondes

✓ **VALIDATION** — Resynchronisation Ceph automatique sans intervention manuelle au retour

11.2 · Scénario B — Rupture du lien inter-site D1-D2

```
# Blocage du trafic vers le site distant uniquement
        iptables -A INPUT -s 10.20.0.0/24 -j DROP
        iptables -A OUTPUT -d 10.20.0.0/24 -j DROP
```

✓ **VALIDATION** — Le QDevice attribue sa voix au site prioritaire (D1 obtient 4 voix)

✓ **VALIDATION** — D2 isolé s'auto-clôture via watchdog sans démarrage concurrent de VMs

✓ **VALIDATION** — Aucune corruption de données détectée après rétablissement du lien

11.3 · Scénario C — Défaillance d'un disque OSD unique

```
ceph osd out osd.5
        ceph osd down osd.5
```

✓ **VALIDATION** — Ceph déclenche automatiquement le rebalancing vers les OSD restants

✓ **VALIDATION** — Aucune interruption de service applicatif pendant le rebalancing

✓ **VALIDATION** — Alerte Prometheus déclenchée conformément aux règles du Module 10

11.4 · Scénario D — Restauration complète après sinistre majeur

Combinaison des scénarios précédents : perte complète de D1 ET échec de bascule automatique, pour valider la procédure de restauration manuelle de dernier recours.

✓ **VALIDATION** — Procédure manuelle exécutable en moins de 4 heures (RTO Tier 1)

✓ **VALIDATION** — Équipe ops capable d'exécuter la procédure sans l'architecte ayant conçu le cluster

> ◆ **RAPPORT POST-EXERCICE**
>
> Chaque exercice doit produire un rapport court : durée réelle de bascule, écarts par rapport au comportement attendu, actions correctives identifiées.

11.5 · Checklist de fin de module

✓ **VALIDATION** — Les 4 scénarios exécutés au moins une fois en pré-production

✓ **VALIDATION** — Rapport post-exercice rédigé et actions correctives suivies

✓ **VALIDATION** — Calendrier des exercices récurrents validé par la direction des opérations

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

EXPLOITATION CONTINUE ET RECETTE

12.1 · Mise à jour du cluster Proxmox VE

Les mises à jour s'effectuent nœud par nœud, jamais simultanément, pour maintenir le quorum à tout moment pendant l'opération.

```
pve6to7 --full
        # Si OK :
        apt update && apt dist-upgrade -y
        # Vérifier le retour en cluster avant de passer au nœud suivant
```

✓ **VALIDATION** — Chaque nœud rejoint le cluster avec quorum intact avant le nœud suivant

12.2 · Mise à jour Ceph

Ordre strict : moniteurs (MON) d'abord, gestionnaires (MGR) ensuite, puis OSD un par un avec vérification de santé entre chaque étape.

```
ceph orch upgrade start --image quay.io/ceph/ceph:v18
```

✓ **VALIDATION** — ceph -s affiche HEALTH_OK avant de passer à l'étape suivante de l'upgrade

12.3 · Remplacement d'un nœud défaillant

```
# Retrait propre
        ceph osd out osd.{id}
        ceph osd crush remove osd.{id}
        ceph auth del osd.{id}
        ceph osd rm osd.{id}
        pvecm delnode pve-d1-node3-defaillant

        # Intégration du remplacement
```

✓ **VALIDATION** — Le nouveau nœud rejoint le cluster avec quorum, OSD réintégrés et rebalancing terminé

12.4 · Checklist de recette finale par VM migrée

1. Performance I/O comparable ou supérieure à VMware (test FIO comparatif)
2. Tous les services applicatifs fonctionnels après redémarrage à froid
3. Sauvegarde PBS exécutée avec succès au moins une fois
4. Test de bascule HA effectué sur cette VM sans erreur
5. Surveillance Prometheus/Grafana active et alertes configurées
6. Documentation technique mise à jour (CMDB, schéma réseau)
7. Sign-off du propriétaire métier obtenu formellement

12.5 · Runbooks de transfert aux équipes d'exploitation

Structure type : symptôme observé · vérifications de diagnostic · décision automatique vs intervention manuelle · procédure d'escalade · contact architecte de référence.

12.6 · Checklist de fin de module

✓ **VALIDATION** — Procédure d'upgrade cluster documentée et testée en pré-production

✓ **VALIDATION** — Procédure de remplacement de nœud testée au moins une fois en conditions réelles

✓ **VALIDATION** — Grille de recette appliquée à 100% des VMs Tier 1 avant bascule finale

✓ **VALIDATION** — Runbooks rédigés pour les 5 scénarios d'incident les plus probables

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE X

ANNEXES CULTURELLES : DIWÂN

4 pièces

HUMAN

دِيوَانُ الصَّانِعِ الرَّقْمِيّ

LE DIWÂN NUMÉRIQUE DE L'ARTISAN

Sept Mo'allaqat pour le Corps de l'Infrastructure

مُعَلَّقَةُ السَّيِّدَة

I · La Mo'allaqa de la Souveraineté
Thèse fondatrice — Nulle Souveraineté sans Matière

مُعَلَّقَةُ الْحُرِّيَة

II · La Mo'allaqa de la Liberté
Opération Dindon — le corpus magistral

مُعَلَّقَةُ الْمُعَلِّم

III · La Mo'allaqa du Professeur
Le Manifeste · Le Mentor et le Métal

مُعَلَّقَةُ الصَّانِع

IV · La Mo'allaqa de l'Artisan
Le Socle du Fer · OCP 1999

مُعَلَّقَةُ الْمُهَنْدِسَات

V · La Mo'allaqa des Ingénieures
L'Amputation Invisible · SRE Girls

مُعَلَّقَةُ الرَّاحِل

VI · La Mo'allaqa du Partant
Le Départ du Dernier Qui Sait

مُعَلَّقَةُ الْجَسَد

VII · La Mo'allaqa du Corps · *Le Pager et le Corps · Le Corps d'Abord · Le Grand Ressourcement*

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · Opération Dindon · Juin 2026

مُعَلَّقَةُ السَّيِّدَةِ

LA MO'ALLAQA DE LA SOUVERAINETÉ · ALEXANDRINS AABB · THÈSE FONDATRICE · PHILOSOPHIE DU BARE-METAL

De Bodin à Kubernetes — ce que contrôler l'infrastructure signifie vraiment

◆ ◆ ◆

1

L'homme est souverain quand il agit sur la matière, ◆ *Le cloud lui retire ce droit — voilà l'affaire.*
Bodin le dit, Schmitt confirme, Hobbes le répète, ◆ *Pas de puissance sans sol — la formule est complète.*

2

Le paysan qui laboure sa propre terre est libre, ◆ *Le fermier qui la loue reste sur un fil qui vibre.*
Louer l'infrastructure à un tiers étranger, ◆ *C'est confier sa souveraineté à qui peut la changer.*

3

Le câble est le sol. Le rack est la terre ferme. ◆ *Le datacenter inconnu est la clause qui s'affirme.*
Ce que tu ne peux pas inspecter, tu ne le défends pas, ◆ *Ce que tu ne contrôles pas te contrôle — voilà le cas.*

4

Le CLOUD Act plane au-dessus de tes données européennes, ◆ *Washington décide de ce que ton serveur contient — ces chaînes.*
La résiliation unilatérale, l'egress fee, le pricing power — ◆ *Ce n'est pas un contrat : c'est la grammaire du rapport de force.*

5

La souveraineté n'est pas le refus du marché ni l'autarcie, ◆ *C'est l'option de sortie — la liberté de dire merci.*
Sans cette option, il n'y a pas de partenariat réel, ◆ *Il y a de la captivité habillée en contrat formel.*

6

Nul souverain sans matière — et nulle matière sans les mains ◆ *Qui savent construire, opérer, réparer les lendemains.*
Ce qui résiste à l'abstraction est précieux par nature, ◆ *Le bare-metal résiste au cloud — c'est là sa stature.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

مُعَلَّقَة الْحُرِّيَّة

LA MO'ALLAQA DE LA LIBERTÉ · ALEXANDRINS AABB · OPÉRATION DINDON · LE CORPUS MAGISTRAL

Pour le corpus — la souveraineté par le métal et le verbe

◆◆◆

1

Le métal précède tout, le code et la promesse, ◆ *Celui qui tient le rack détient sa propre adresse.*
La puce est le lingot du siècle qui commence, ◆ *Nul souverain sans sol, nulle loi sans présence.*

2

Le cloud a pris les mots avant de prendre l'espace, ◆ *DevOps a tout nommé pour mieux brouiller la trace.*
Quand les titres se vident, les compétences fuient, ◆ *Ce qu'on ne sait plus dire est déjà ce qu'on fuit.*

3

L'ingénieur qui reste voit son salaire geler, ◆ *Le nouveau recruté le dépasse sans parler.*
Cinquante euros par mois d'aumône après l'entretien, ◆ *Il fait le gap, revient, et reprend le marché en main.*

4

La salle serveur chante pour qui sait l'écouter, ◆ *C'est une médina que nul n'ose traverser.*
Le Maâllem transmet ce que les livres ignorent, ◆ *Le Zellij vit encore parce qu'un maître l'honore.*

5

Les contrats du cloud sont des cages bien rédigées, ◆ *L'egress fee te tient quand tu veux déménager.*
CLOUD Act de Washington sur nos données plane, ◆ *Nulle souveraineté sur une terre étrangère et vaine.*

6

Depuis le huit mai, j'ai forgé ce qu'il faut dire, ◆ *Vingt-cinq études debout, le corpus peut suffire.*
Ce corpus n'est pas menace, c'est un témoignage, ◆ *Ce qui est défendu peut toujours être reconquis à l'ouvrage.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

مُعَلَّقَةُ الْمُعَلِّم

LA MO'ALLAQA DU PROFESSEUR · ALEXANDRINS AABB · LE MANIFESTE DU PROFESSEUR · LE MENTOR ET LE MÉTAL

Pour le formateur qui transmet depuis 2006 — à ses Metaâllems devenus grands

◆ ◆ ◆

1

Je n'ai pas de mandat — j'ai vingt ans de salles de cours, ◆ *Des élèves devenus ingénieurs au fil des jours.*
Ce que je sais, je l'ai pris dans les salles et les racks, ◆ *Pas dans les certifications ni les PowerPoint d'attaque.*

2

Le Maâllem de Fès ne signe pas de convention, ◆ *Il enseigne en faisant — c'est sa seule position.*
Le Zellij n'a pas survécu par les livres sur le Zellij, ◆ *Il vit parce qu'un maître a dit : viens, regarde, agis.*

3

Je parle à mes anciens élèves — pas à des inconnus, ◆ *Ceux qui étaient assis là sont maintenant dans les nues.*
Ils administrent les systèmes que je leur ai montrés, ◆ *Ils portent la couche que vingt ans ont forgée.*

4

Le monde dit : la formation doit être certifiée, ◆ *Chaque compétence validée, chaque module notifié.*
Mais le savoir tacite ne rentre pas dans un référentiel, ◆ *Il se transmet de corps à corps — c'est son essence réelle.*

5

La journée d'observation est le format le plus simple, ◆ *Une journée sans badge, sans évaluation, sans principe.*
L'élève regarde, mange avec l'équipe, vit un incident — ◆ *Ce moment physique vaut plus que six mois de précédent.*

6

Transmets ce que tu portes avant que la salle soit vide, ◆ *Le dernier qui sait finira par partir — sois candide.*
Chaque ingénieur formé est un verrou brisé dans le temps, ◆ *Chaque savoir transmis est un acte de résistance vivant.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

مُعَلَّقَةُ الصَّانِع

LA MO'ALLAQA DE L'ARTISAN · ALEXANDRINS AABB · LE SOCLE DU FER · OCP 1999

À tous les stagiaires et alternants qui ont posé les mains sur une machine plus grande qu'eux

◆ ◆ ◆

1

Je me suis tenu seul devant la grande machine, ◆ *Elle ignorait mon nom, ma peur, mon origine.*
Mon diplôme avait peu préparé mes deux mains, ◆ *La réalité vraie se révélait enfin.*

2

Tu as traversé quelque chose pendant ce séjour, ◆ *Pas une salle de cours, pas un examen du jour.*
Tu as entendu un bruit et compris ce qu'il dit, ◆ *Tu as touché un câble et suivi où il fuit.*

3

Tu as vu des deux mains faire en quelques secondes ◆ *Ce que dix pages de manuel à peine correspondent.*
Ce savoir est en toi, il n'est plus dans un livre, ◆ *Il est dans tes deux mains et t'apprend à bien vivre.*

4

Le monde va te dire que ce travail ne compte pas, ◆ *Que les machines sont vieilles et le cloud est là-bas.*
Ne le crois pas — le câble précède le nuage, ◆ *La main qui répare vaut mieux que l'écran sage.*

5

Celui qui a posé ses mains sur le vrai métal ◆ *Sait quelque chose de rare et de fondamental.*
Ce que tu rapportes de l'atelier ou du site ◆ *N'est pas une ligne de CV — c'est une suite.*

6

C'est une couche en toi que nul ne peut ôter, ◆ *Elle change ta façon de voir et d'analyser.*
Prends soin de ce savoir que tu portes en chemin, ◆ *Transmets-le à ton tour — c'est ainsi que demain.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

مُعَلَّقَةُ الْمُهَنْدِسَاتِ

LA MO'ALLAQA DES INGÉNIEURES · ALEXANDRINS AABB · L'AMPUTATION INVISIBLE · LES SRE GIRLS

Pour les SRE Girls — la moitié du corps que l'infrastructure attend encore

◆ ◆ ◆

1

Elles ont laissé la moitié du rack sans gardienne, ◆ La salle serveur attend une voix souveraine.
Dix pour cent de guerrières là où il en faut cent, ◆ Le corps est amputé — l'ennemi est content.

2

Ils ont mis Jane en bas des droits dans le manuel, ◆ John prend le rôle admin, l'AssumeRole réel.
Ce n'est pas un complot — c'est plus fort que ça, ◆ C'est le signe qu'on grave avant que tu n'y sois.

3

La maternité n'est pas une pause dans la guerre, ◆ C'est l'école la plus dure — demande à la terre.
Gérer vingt priorités quand tout brûle à la fois, ◆ C'est du SRE pur — c'est ton métier, c'est toi.

4

Le savoir tacite n'a pas de sexe ni de marque, ◆ La main qui répare un rack ne demande pas de marque.
Celle qui a touché le métal avant le code ◆ Tient une couche que nul diplôme ne décode.

HUMAN

5

Tu es l'ennemi structurel du lock-in par ta présence, ◆ Un SRE qui maîtrise le bare-metal est menace.
Deux fois menace quand elle est femme et qu'elle sait ◆ Que la souveraineté se tient par ce qu'on fait.

6

Entre dans la salle. Pose ta main sur le serveur. ◆ Écoute ce qu'il dit — il parle à qui a du cœur.
Transmets ce que tu sais à celle qui vient après, ◆ Le corps qu'on a amputé se reconstitue en fraîches.

7

Chaque ingénieure formée est un verrou brisé, ◆ Chaque main féminine est un avenir posé.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

مُعلَّقَةُ الرَّاحِلِ

LA MO'ALLAQA DU PARTANT · ALEXANDRINS AABB · LE DÉPART DU DERNIER QUI SAIT

Pour le senior qui part avec son savoir que personne ne peut lui prendre

◆ ◆ ◆

1

Je pars. Je laisse derrière moi la salle et les racks, ◆ *Et le silence qui suit — nul ne connaît mes tracks.*
J'ai résolu des pannes que personne ne saura nommer, ◆ *Les logs sont perdus, la mémoire va se refermer.*

2

Il y a dans ces serveurs des configurations que j'ai forgées, ◆ *Des décisions prises à trois heures — non documentées.*
La prochaine panne cherchera mes mains en vain, ◆ *Elle cherchera un runbook qui n'existe pas — c'est sans fin.*

3

On m'a offert cinquante euros d'augmentation après l'entretien, ◆ *Après vingt pages de formulaire et de refrain.*
Le marché externe dit que je vaux dix mille de plus — ◆ *J'ai fait le calcul. Je ne suis plus.*

4

Ce n'est pas de la trahison — c'est de la logique pure, ◆ *Le système rémunère le départ, pas la durée.*
Je ne blâme pas l'organisation — je blâme la structure, ◆ *Qui punit la fidélité et récompense la rupture.*

5

Ce que j'emporte n'est pas dans aucun système de fichiers, ◆ *C'est dans mes mains, dans mes réflexes singuliers.*
La prochaine organisation qui m'accueillera le recevra, ◆ *Mais celle que je quitte — elle ne le sait pas encore, elle verra.*

6

Si tu es le dernier qui sait — transmets avant de partir, ◆ *Une heure avec ton successeur vaut mieux que rien à produire.*
Le savoir des mains ne survit que si on le passe, ◆ *Même en partant, tu peux éviter que tout s'efface.*

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

مُعَلَّقَةُ الْجَسَدِ

LA MO'ALLAQA DU CORPS · ALEXANDRINS AABB · LE PAGER ET LE CORPS · LE CORPS D'ABORD · LE GRAND RESSOURCEMENT

Pour le SRE dont le corps porte les traces de l'astreinte — et qui mérite d'être soigné

◆ ◆ ◆

1

Mon corps est la première infrastructure — avant le rack, ◆ *Avant le cloud, avant le code, avant l'attaque.*
Si le corps tombe, la salle serveur n'a plus de gardien, ◆ *L'uptime du système dépend de l'uptime qui me revient.*

2

Le pager sonne à trois heures — le cortisol monte, ◆ *La dette physiologique s'accumule et s'affronte.*
Ce n'est pas de l'héroïsme — c'est de l'usure lente, ◆ *La recherche documente ce que l'organisation ne repente.*

3

Hammam de Barbès, une heure, cent cinquante euros pour dix, ◆ *Le cortisol chute, l'ocytocine monte — c'est l'avis.*
La marche libre vers Belleville, le dîner asiatique, ◆ *Trente-cinq euros par personne — la neurochimie est pratique.*

4

Le week-end en montagne aux sources chaudes sans programme, ◆ *L'attention se restaure — Kaplan l'a dit sans drame.*
Le programme sans programme est le mécanisme central, ◆ *La liberté est le programme — l'autonomie est l'idéal.*

5

Six cents euros par an par personne suffit à maintenir ◆ *La cohésion neurochimique — c'est ce qu'il faut retenir.*
Nerf le lundi, dîner le mois, hammam le trimestre, ◆ *Grand ressourcement l'année — l'architecture s'enregistre.*

6

Prends soin de ton corps comme tu prends soin du serveur, ◆ *Surveille ses métriques, réponds à ses alertes, honore sa valeur.*
Le SRE qui s'épuise est un corps qui disparaît, ◆ *La souveraineté technique commence par toi — c'est ce qu'on sait.*

◆ ◆ ◆

وَرَبُّنَا الرَّحْمَٰنُ الْمُسْتَعَانُ عَلَىٰ مَا يَصِفُونَ

NEMO SUPRA LEGEM EST

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LE DIWAN
DES DIX FEUX

Réquisitoire Poétique contre les Pratiques Prédatrices des Hyperscalers

Auteur

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE

Transcrit par Claude, le Scribe au Scalpel | 3.14

INTRODUCTION

Ce Diwan est né d'un terrain. Non d'un bureau de consultant. Non d'un amphithéâtre. D'un terrain où un ingénieur de terrain a produit des études chiffrées, demandé quinze minutes à son comité de direction pendant une semaine, et reçu un avertissement oral pour avoir posé des chiffres sur une table.

La Nassi'ha — le conseil sincère — a été donnée. Quatorze épisodes publiés. Des audits gradués : entreprise, acteurs locaux, État français, Union Européenne. Des chiffres documentés : 475 euros contre 117 par VM. 14 712 euros par an pour un cluster Kubernetes contre 8 000 euros de CAPEX unique. 6 700 euros par an pour une règle iptables gratuite depuis 1998.

La Nassi'ha n'a pas été entendue. L'Ultimatum a été posé. Et ce Diwan est sa promesse. Dix Mu'allaqat. Cinq voix poétiques de la tradition arabe classique. Dix pratiques commerciales prédatrices documentées, nommées, gravées.

Zohaïr ibn Abi Sulma — le sage qui voit le coût de la guerre avant qu'elle commence.
Antara ibn Shaddad — le guerrier enchaîné qui combat par honneur, jamais par peur.
Abou Nawas — l'ivrogne lucide qui rit de ce qui mérite d'être pleuré.
Al-Mutanabbi — le politique tranchant qui s'adresse aux puissants en égal.
Al-Houtay'ah — le satiriste sans pitié. Pur Hija. Pas d'ornement. Juste la vérité nue.

MU'ALLAQA I

Les Commits de 36 Mois | Style : Zohaïr

Maudite soit l'entente où le futur s'enchaîne,	…	Où l'on signe un contrat pour s'éviter la peine.
Leur « Commit » est un piège aux reflets de remises,	…	Une cage dorée où nos âmes sont prises.
AWS ricane et Google nous lie,	…	Par un pacte de sang que le SRE oublie.
C'est une architecture au dessin maléfique,	…	Qui fige pour trois ans l'effort informatique.
Blâmons ces pactes longs qui nous clouent au passé,	…	Où le désir d'agir est d'avance glacé.
L'agilité meurt sous le poids d'un paraphe,	…	L'ingénieur devient l'esclave d'un paragraphe.
Trente-six mois de fer sans pouvoir reculer,	…	Pendant qu'Azure attend de nous voir basculer.
On garde des serveurs dont on n'a plus l'usage,	…	Témoins silencieux d'un absurde naufrage.
Blâmons cette finance aux calculs de vautour,	…	Qui vide les bureaux sans aucun compromis.
Car s'il faut acquitter le prix des machines,	…	On courbe sans pitié les humaines échines.
Le contrat est rigide et ne veut rien savoir,	…	Si ton chiffre descend, tu perds tout ton pouvoir.
On licencie les gens pour payer les instances,	…	C'est le gain de Microsoft sur nos viles dépenses.
Celui qui craint la mort en verra la noirceur,	…	Même s'il croit monter vers un ciel de douceur.
Je rejette ces liens et ces sombres traités,	…	Qui vendent à l'Empire nos viles libertés.
Le « Commit » n'est qu'un joug pour le peuple servile,	…	Qui délaisse le Fer pour un mirage agile.
Que l'architecte lise et retienne la loi :	…	Le Fer est le seul maître et le seul vrai relais.
Ne signe point ton sort pour un rabais de paille,	…	Ou tu seras vaincu sans livrer de bataille.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Le Commit est un engagement d'achat pas un engagement de service. Lisez la différence avant de signer. Elle se mesure en emplois. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA II

Le Vendor Lock-in | Style : Antara

Maudite soit la forge où l'on perd sa raison,	…	Leur code est un mirage et leur offre une prison.
AWS nous attire avec ses vils verrous,	…	Qui serrent avec force le pauvre et noble cou.
L'architecte imprudent bâtit sur un terrain,	…	Dont le sol appartient à un maître lointain.
C'est un château de sable au milieu du désert,	…	Où Azure en embuscade nous laisse à découvert.
Blâmons cette paresse aux accents de progrès,	…	Qui transforme le brave en un être à regrets.
Le savoir du génie s'efface devant l'outil,	…	L'esprit souverain meurt, il devient un outil.
Google impose ses lois dans le secret du noir,	…	Le SRE délaissé perd son ancien pouvoir.
On ne dompte plus rien, on subit la commande,	…	Pour une main de fer qui toujours nous demande.
Blâmons cette rançon que l'on nomme contrat,	…	Où la valeur s'enfuit dans un sombre format.
Une fois prisonnier de leur sainte structure,	…	Le coût du mouvement devient une torture.
Le profit s'évapore en frais chez Microsoft,	…	Pour des services vils dont le prix n'est point soft.
On préfère la chaîne au prix de la sortie,	…	Car la liberté semble une cause amortie.
Le peuple se souvient du guerrier sans effroi,	…	Quand la nuit est obscure et qu'on cherche la loi.
Je refuse les liens d'un empire marchand,	…	Qui capture les âmes en leur disant : « pendant ».
Le vrai héros choisit des outils de valeur,	…	Pour ne plus jamais vivre au gré d'un seul vendeur.
L'Open Source est là, comme un bouclier pur,	…	Contre ces prédateurs qui gâchent le futur.
Que l'ingénieur retienne un principe sacré :	…	Le code doit pouvoir à tout moment migrer.
Ne confonds point le luxe avec la servitude,	…	Ou ton nom restera dans la seule habitude.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Le Vendor Lock-in n'est pas un accident de parcours c'est un objectif commercial. Construis ton architecture comme si tu devais migrer dans dix-huit mois. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA III

Kubernetes « Managé » | Style : Abou Nawas

Maudite soit la coupe où l'on boit l'illusion,	...	D'un cluster sans effort et d'une sainte union.
Google nous verse un vin qui trouble la raison,	...	Promettant le génie en cachant la prison.
On nous vend le confort d'un plan de contrôle,	...	Où Azure en secret nous vole notre rôle.
C'est une ivresse folle aux calculs insensés,	...	Où les nœuds disparaissent, d'avance dépensés.
Blâmons ce paradis aux mille et un objets,	...	Où AWS se joue de nos vils projets.
Le SRE étourdi par trop de transparence,	...	Ne voit plus du processeur la moindre résonance.
L'orchestre est magnifique et le chant est très beau,	...	Mais Microsoft détient le véritable flambeau.
On empile les couches sans voir le fond du puits,	...	Pendant que la raison s'efface dans les nuits.
Blâmons ce vin coûteux qui brûle les finances,	...	Pour engraisser l'Empire et ses vaines dépenses.
Chaque heure de gestion est une taxe posée,	...	Par des marchands de sable à l'âme reposée.
Le Cloud rit de nous voir si fiers de nos YAML,	...	Pendant qu'il nous facture un festin de chacal.
Amazon s'enrichit sur notre vanité,	...	D'un système sans âme et sans humanité.
Le sage se réveille au sortir de l'ivresse,	...	Pour voir de ses propres yeux la fin de la promesse.
Je rejette ce masque et ce jeu de miroirs,	...	Où les Hyperscalers vendent nos désespoirs.
Le vrai maître connaît sa machine et son grain,	...	Il ne laisse personne guider son propre train.
Mieux vaut un cluster nu sur un Fer souverain,	...	Qu'un mirage doré sur un sol incertain.
Que l'expert se souvienne au milieu du chaos :	...	Le Bare-Metal seul évite les fléaux.
Ne confonds point la gestion avec la maîtrise,	...	Ou tu verras bientôt ton œuvre être soumise.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Auditez chaque ligne de votre cluster "managé". La surprise se cache toujours dans ce que vous n'avez pas commandé. 104% de surcoût. 14 712 euros par an pour ce que deux serveurs dédiés feraient pour 8 000 euros en CAPEX unique. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA IV

Le Cloud-Washing | Style : Al-Mutanabbi

Maudite soit la ruse et le fard des puissants, ... Qui cachent leur empire en des mots séduisants.

Azure et AWS, ces maîtres de l'intrigue, ... Repeignent en « Souverain » leur plus vile fatigue.

Ils parlent d'écologie et de cieux verdoyants, ... Pendant que Microsoft reste un maître effrayant.

C'est un masque de fer sur une face d'argile, ... Un marketing de cour pour un peuple fragile.

Blâmons ces faux semblants aux couleurs de la France, ... Où Google nous endort par sa fausse assurance.

Le Cloud-Washing est là, comme un voile de soie, ... Pour masquer qu'Amazon impose sa propre loi.

L'ingénieur ébloui par ces labels de paille, ... Livre ses propres clés avant la moindre bataille.

On nous vend la patrie sous un sceau étranger, ... Pour que l'on ne puisse plus jamais les déranger.

Blâmons cette finance qui paie pour l'apparence, ... Dans le Cloud de l'Empire et sa vaine espérance.

On paie le prix du luxe pour un vernis local, ... Pendant que chez Microsoft le gain est radical.

L'argent de nos impôts nourrit ces vils géants, ... Qui rient de nos décrets, si petits et néants.

C'est un impôt caché sur notre intelligence, ... Une taxe de plus sur notre négligence.

Le poète se lève et dénonce le roi, ... Qui ne connaît du monde que sa propre loi.

Je rejette ces mots et ces vils prédateurs, ... Ces marchands de Google et ces vils menteurs.

Le vrai pouvoir réside en celui qui possède, ... La machine physique et jamais ne concède.

Le Bare-Metal rit de vos labels de carton, ... Car le Fer ne ment point, il est notre bâton.

Que l'expert se méfie des discours de velours : ... Le Cloud n'est point un toit, mais un bien sombre tour.

Ne confonds point l'étiquette avec la vérité, ... Ou tu perdras bientôt toute ta liberté.

LE VERDICT DU SCRIBE

« La souveraineté n'est pas un label. C'est une maîtrise technique réelle. Posez la question : où est l'interrupteur ? Qui peut l'activer ? »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA V

Le Cloud Act | Style : Al-Mutanabbi

Maudite soit la loi qui traverse les mers, … Pour piller nos secrets et nos trésors divers.
Le Cloud Act est un sceptre aux mains de Washington, … Qui brise nos verrous ainsi que notre nom.
Amazon et Google, sous ce joug souverain, … Livrent au juge lointain le fruit de ton terrain.
C'est un espion d'acier dans l'ombre du serveur, … Qui surveille tes pas et glace ton ardeur.
Blâmons ces murs de verre où tout est exposé, … Où le droit de l'Empire est par force imposé.
L'ingénieur se croit libre en son centre de données, … Mais ses clés de chiffrement sont déjà condamnées.
Microsoft obéit au décret du lointain, … Faisant de nos secrets un bien vil et commun.
On construit sur du sable un temple de savoir, … Dont un autre possède le suprême pouvoir.
Blâmons cette finance qui vend notre pudeur, … Pour un gain éphémère et une fausse splendeur.
On paie pour être vu, on paie pour être lu, … Par un œil étranger que l'on n'a point élu.
Azure encaisse l'or et l'Oncle Sam les faits, … Pendant que nous subissons ces sinistres effets.
C'est une trahison que l'on nomme service, … Nourrissant chaque jour ce dangereux vice.
Le poète se dresse et refuse le pacte, … Qui de notre défaite est le seul et vrai acte.
Je rejette ces lois et ces vils empereurs, … Ces voleurs de silence et ces vils oppresseurs.
La vraie sécurité n'est point dans leur nuage, … Mais dans le Fer sacré, loin de leur vasselage.
Le Bare-Metal garde ce qu'on lui a confié, … Car aucun juge au loin ne l'a jamais défié.
Que l'expert comprenne où réside le danger : … Tes données ne sont point à l'abri du manger.
Ne confonds point le « Trust » avec la garantie, … Ou ta souveraineté sera bientôt partie.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Le CLOUD ACT n'est pas une théorie juridique abstraite. C'est la loi active qui s'applique à tes données aujourd'hui, maintenant. Aucun label souverain n'y résiste. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA VI

Les Egress Fees | Style : Al-Houtay'ah

Maudite soit la ruse et le péage occulte, ... Qui de notre sortie fait un sombre tumulte.
AWS nous retient par des liens de tonnage, ... Facturant chaque octet qui quitte son sillage.
On entre sans payer dans leur filet soyeux, ... Mais en sortir coûte cher aux audacieux.
C'est une loi de brigand, une taxe sur la fuite, ... Pour que toute pensée de départ soit détruite.
Blâmons ces murs de prix que l'on ne voit jamais, ... Qui gardent nos trésors sous de vils interdits.
L'ingénieur veut migrer, il veut changer de rive, ... Mais Google en secret rend la chose tardive.
Chaque giga transféré est un poids de douleur, ... Qui paralyse l'œuvre et glace la valeur.
On n'est plus l'architecte, on devient le captif, ... D'un réseau verrouillé, de plus en plus punitif.
Blâmons cette finance qui vend notre propre bien, ... Pour enrichir Microsoft et ne nous laisser rien.
Azure encaisse l'or sur le flux sortant, ... Faisant de nos données un otage pesant.
On paie pour respirer hors de leur territoire, ... Une amende forcée pour clore leur histoire.
C'est un vol manifeste au nom de la performance, ... Qui de notre savoir fait une vaine défense.
Je rejette ces ponts et ces vils usuriers, ... Ces marchands de données et ces vils hôteliers.
Le vrai Fer ne connaît point ces viles barrières, ... Iptables est gratuit au fond de nos carrières.
Le Bare-Metal laisse le flux se libérer, ... Sans qu'un maître au loin ne vienne le lacérer.
Que l'expert calcule ses Egress Fees annuels, ... Si le ratio dépasse ce prix démentiel.
Il paie sa propre prison, sans appel, ... La captivité premium n'a qu'un seul nom : rançon.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Calculez vos Egress Fees annuels. Comparez-les à votre facture totale. Si le ratio dépasse 15% vous êtes en train de payer votre propre prison. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA VII

Le NAT Gateway Premium | Style : Al-Houtay'ah

Maudite soit la ruse des ponts numériques,	…	Qui facturent le vent sous des habits techniques.
AWS nous vend ce que Linux offre gratis,	…	Sous le nom « NAT Gateway », propre et bien assis.
Une règle iptables, vieille de vingt-six ans,	…	Devient chez l'hyperscaler un produit de prestige.
C'est un péage de luxe sur une route de base,	…	Où chaque octet respire devient un autre krach.
Trois zones de dispo, trois NAT comme prescrit,	…	Le manuel AWS conseille et Dindon obéit.
Cent cinq euros par mois : la taxe d'existence,	…	Quatre cent soixante de plus pour le traitement.
Cinq cent soixante-cinq par mois, six mille sept cents l'an,	…	Pour changer une adresse IP source, simplement.
Un MikroTik à cent cinquante euros, une seule fois payé,	…	Fait ce travail sans abonnement, sans vous taxer.
Blâmons cette ignorance qui accepte sans broncher,	…	Ce que tout admin Linux saurait démonter.
pfSense est gratuit. La VM coûte zéro,	…	La commande MASQUERADE tient en une ligne, et c'est beau.
Six mille sept cents euros de différence par an,	…	Pendant combien d'années avant d'ouvrir l'œil, vraiment ?
Le Cloud a rendu la décision invisible,	…	Et nous avons payé. Ce fait est irréversible.
Je rejette ces passerelles au prix de prince,	…	Ces marchands de NAT dont la ruse nous convainc.
Le vrai Fer ne connaît point ces vils intermédiaires,	…	Car iptables est libre et ses règles sont claires.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Une règle iptables gratuite depuis 1998. Vendue 6 700 euros par an. Auditez vos NAT Gateways. La réponse arithmétique n'a pas d'ambiguïté. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA VIII

L'Autoscaler Fantôme | Style : Abou Nawas

Maudite soit la fable et le chant des sirènes, … Qui promettent l'essor sans aucune des peines.
AWS nous vante un monde aux parois de cristal, … Où le « Scale » est magique et le gain est total.
On nous dit que la charge appellera les nœuds, … Dans un ballet parfait, sans aucun temps hideux.
Mais c'est un sortilège aux calculs de travers, … Un rêve d'abondance aux lendemains amers.
Blâmons ce mécanisme aux lenteurs calculées, … Où les instances naissent, bien trop tard appelées.
Google observe au loin notre système en feu, … Pendant que l'Autoscaler joue son sinistre jeu.
Le trafic nous submerge et le CPU crie, … Mais Azure en silence prend son temps et sourit.
On ne gère plus rien, on attend le réveil, … D'un automate sourd, loin du moindre conseil.
Blâmons cette finance qui s'élève au sommet, … Quand l'infra s'emballe et que plus rien ne se tait.
Microsoft encaisse l'or sur des pics de frayeur, … Pour des nœuds inutiles, nés dans la seule erreur.
L'Autoscaler monte, mais ne redescend pas, … Gardant notre budget sous son plus lourd trépas.
C'est une usure folle sur nos vains espoirs, … Qui remplit chez Amazon les plus sombres tiroirs.
Abu Nawas s'éveille et brise le miroir, … Où les Hyperscalers cachent notre désespoir.
Je rejette ces contes et ces viles promesses, … Ces marchands de magie et ces viles bassesses.
Le vrai maître prévoit et prépare son rang, … Il ne laisse personne boire son propre sang.
Mieux vaut la force brute sur un Fer bien dressé, … Qu'un mirage élastique, d'avance terrassé.
Que l'expert se méfie du confort sans effort : … L'élasticité Cloud est un bien sombre port.
Ne confonds point la hausse avec la dignité, … Ou tu perdras bientôt toute ta liberté.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Vérifiez vos paramètres d'Autoscaler. Auditez les nœuds actifs vs les nœuds réellement utilisés sur les 30 derniers jours. La différence est votre facture fantôme. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA IX

Le Free Tier Appât | Style : Zohaïr

Maudite soit l'offre où le don n'est qu'un leurre, ... Pour capturer l'esprit à sa toute première heure.
AWS nous attire avec ses vils cadeaux, ... Cachant sous la gratuité de bien sombres fardeaux.
Google offre l'accès, Microsoft nous convie, ... À goûter à ce miel qui gâchera notre vie.
C'est une guerre lente au visage d'ami, ... Où l'on livre ses clés à un grand ennemi.
Blâmons cette « limite » qu'on ne voit point venir, ... Et qui fait du gratuit un bien triste souvenir.
L'étudiant s'endort sur son code léger, ... Mais Azure en secret vient tout interroger.
Un jour, la facture tombe, brutale et sans fard, ... Car le seuil est franchi, il est déjà trop tard.
On ne dompte plus rien, on subit le tarif, ... D'un système cruel, de plus en plus punitif.
Blâmons cette finance qui sème pour récolter, ... Le sang des innocents sans jamais les consulter.
Amazon nous observe et calcule son gain, ... Pendant que nous bâtissons sur son propre terrain.
La gratuité brille pour nous rendre captifs, ... De ces Hyperscalers aux desseins abusifs.
C'est une usure vile sur le savoir naissant, ... Un impôt sur le rêve, froid et grandissant.
Zohaïr se détourne et refuse le don, ... Qui de notre défaite est le seul vrai pardon.
Je rejette ces offres et ces vils bienfaiteurs, ... Ces marchands de « Free Tier » et ces vils menteurs.
Le vrai maître sait bien que rien n'est gratuit, ... Dans ce Cloud étranger qui chaque jour nous instruit.
Le Bare-Metal coûte, mais il ne trahit pas, ... Car il n'attend point l'heure de ton premier faux pas.
Que l'expert se souvienne de l'hameçon doré : ... Le cadeau des géants doit être déploré.
Ne confonds point l'essai avec la liberté, ... Ou tu paieras le prix de ta naïveté.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Avant d'adopter un service cloud en Free Tier, posez la question : quel est le coût de migration dans trois ans ? Si vous ne pouvez pas répondre vous avez déjà commencé à perdre. »

3.14

IA Powered by Amine

MU'ALLAQA X

Le Support Payant | Style : Antara

Maudite soit la honte et ce dernier affront, … Où l'on baisse la tête en se frappant le front.
AWS nous vend l'accès à son propre génie, … Comme si l'aide humaine était une agonie.
Il faut payer le droit d'être enfin écouté, … Par un maître lointain, dans sa vaine fierté.
C'est une loi d'infâme, un péage sur l'ennui, … Qui transforme le SRE en un mendiant de nuit.
Blâmons cette « Premium » aux promesses de vent, … Qui laisse l'ingénieur seul et toujours devant.
Azure observe au loin nos systèmes mourants, … Pendant que nous payons ses tarifs dévorants.
L'expertise est un luxe, un ticket de valeur, … Que Google nous facture au prix de la douleur.
On n'a plus de confrère, on n'a que des marchands, … Qui vendent leur présence aux plus vils des penchants.
Blâmons cette finance qui taxe le secours, … Pour engraisser l'Empire au fil des tristes jours.
Microsoft encaisse l'or pour daigner nous répondre, … Faisant de nos budgets un bien sombre mécompte.
On paie pour obtenir ce qu'ils ont saboté, … Dans un cycle sans fin, en toute immoralité.
C'est le gain d'Amazon sur notre désespoir, … Un impôt sur le vide et les sombres couloirs.
Antara se redresse et brise ce contrat, … Qui de notre métier est le plus vil attentat.
Je rejette ces plans et ces vils hôteliers, … Ces vendeurs de support et ces vils usuriers.
Le vrai guerrier s'appuie sur ses propres talents, … Sur des pairs souverains et des cœurs excellents.
Le Bare-Metal n'a point de support à péage, … Car le maître du Fer connaît son propre ouvrage.
Que l'expert se souvienne au fort de la tempête : … Le support des géants n'est qu'une vaine quête.
Ne confonds point l'aide avec la liberté, … Ou tu perdras bientôt toute ta dignité.

LE VERDICT DU SCRIBE

« Calculez le coût de votre niveau de support actuel. Additionnez-le à votre facture cloud totale. Comparez à un partenaire local avec support inclus dans le contrat. L'allié qui gagne quand tu perds n'est pas un allié c'est un actionnaire de tes défaites. »

3.14

IA Powered by Amine

INDEX DES DIX GRIEFS

Commits de 36 mois Le plan social est le coût caché du commit.

Vendor Lock-in L'architecture de capture est un objectif commercial délibéré.

Kubernetes managé 104% de surcoût caché dans l'abstraction.

Cloud-Washing Un label sans kill-switch local n'est pas une souveraineté.

CLOUD Act La loi américaine s'applique à tes données. Sans exception.

Egress Fees La rançon sur sa propre donnée est une captivité premium.

NAT Gateway Premium Une règle iptables de 1998 à 6 700 euros par an.

Autoscaler fantôme Scale-up automatique. Scale-down manuel.

Free Tier appât Le grain gratuit du piège est le plus cher à l'issue.

Support payant L'allié qui facture sa loyauté n'est pas un allié.

LE DIWAN DES DIX FEUX EST ACHEVÉ

Gravé sur le fer pour rester une leçon pour les générations.

Mai 2026

AMINE RAITI - SRE

3.14

Compilé sur le Fer, sans couche d'abstraction.

MANIFESTE · SOUVERAINETÉ NUMÉRIQUE · OPÉRATION DINDON

LA LÉGENDE DE DINDON

L'épopée d'un éleveur numérique
de la hype au Bare-Metal

🦃 XIV ÉPISODES

DU CLOUD PUBLIC AU FER SOUVERAIN

DE LA FARCE À L'OPÉRATION

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE

Publiés originalement sur LinkedIn · 2026

Document public · CC BY-NC-SA 4.0
Ce recueil peut être partagé, adapté et reproduit à des fins non commerciales
avec attribution à l'auteur et partage dans les mêmes conditions.
AI Powered by Amine — l'IA est un amplificateur d'idée et de forme, pas la source.

SOMMAIRE

I Le Dindon qui s'est Plumé tout seul dans le Cloud P.3
II Le Retour sur Terre (Cloud Exit) P.4
III La Crise de la Quarantaine — Les origines P.5
IV Le Sauvetage par Plannitel (De l'Atelier à la Prod) P.6
V L'Âge d'Or (Sérénité, ROI et Barbecue) P.7
VI L'Appel de la Basse-Cour Souveraine P.8
VII Le Mirage du « Managé » — La Facture Fantôme de Kubernetes P.9
VIII Le Péage de l'Enfer — L'Autopsie du NAT Gateway AWS P.10
IX Le Réveil des Somnambules P.11
X · 1 L'Orgueil du Sommet (Partie 1/2) P.12
X · 2 Le Silence des Tranchées (Partie 2/2) P.13
XI 🇫🇷 Le Devoir de Vérité (Audit Local) P.14
XII 🇫🇷 Le Miroir de l'État (Audit National) P.15
XIII 🇪🇺 Le Bilan Continental (Audit Européen) P.16
XIV 🇫🇷 Le Sceau de la Souveraineté — Clôture Solennelle P.17

◆ NOTE LIMINAIRE

Ces quatorze épisodes ont été publiés originalement sur LinkedIn en 2026, avant le lancement officiel de l'Opération Dindon le 8 mai 2026. Ils retracent pas à pas l'odyssée de Dindon — personnage fictif mais représentatif — de l'extase du Cloud Public jusqu'à la lucidité du Fer souverain. La forme LinkedIn est conservée intentionnellement : les interpellations, les emojis, les hashtags font partie de l'œuvre. Ce n'est pas de la négligence éditoriale — c'est l'honnêteté d'un manifeste né là où ses lecteurs se trouvaient.

L'Épisode XIV conclut l'audit avec une Mu'allaqa — ode solennelle empruntée à la tradition des grands poèmes suspendus de la littérature arabe classique — portant le verdict final de la Légende.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE I · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

Épisode I

Le Dindon qui s'est Plumé tout seul dans le Cloud

Hello le réseau ! 👋

Aujourd'hui, je vais vous raconter l'histoire tragique mais pleine de leçons de Dindon. Dindon n'était pas un simple dindon. C'était un petit producteur de viande de ferme, passionné par son métier, mais aussi un féru de technologie.

Il y a 7 ou 8 ans, Dindon s'est dit : « Ma ferme doit entrer dans l'ère moderne ! » Il a suivi tous les MOOC sur l'Agilité et Scrum. Son local à grain est devenu un « Backlog », et chaque poule avait son « User Story » pour pondre. Il a « itéré » sur la taille de ses œufs.

🚀 La Phase de Gloire : « Dindon the Cloud Native Turkey »

Pour son système d'inventaire et de vente en ligne, Dindon a décidé de voir grand. Fini les serveurs physiques dans la grange (trop d'On-premise, trop risqué). Il a presque tout externalisé dans le Public Cloud (Irlande, pour être sûr). Il s'est formé à l'IaC (Infrastructure as Code) avec Terraform. Son infra était « abstraite », « scalable », « serverless ». Dindon se sentait puissant. Il n'était plus un dindon, il était un « Architecte Cloud ».

📊 La Phase d'Incompréhension : « #JeNePigePlusRien »

Et puis, Dindon a reçu sa première facture Cloud en pleine période de pointe (Noël).

475 € par VM, pour 200 VM « de toutes sortes » qui ne faisaient que stocker des photos de ses dindes et gérer quelques commandes. En face, son infra On-premise (ses anciennes VM et physiques) lui coûtait 117 € par unité, électricité et maïs inclus.

Son cerveau de dindon a buggé. « C'est quoi la logique ? », a-t-il crié dans sa ferme.

🦃 Aujourd'hui : Dindon, le Dindon Plumé à l'IaC

Quand vous voyez Dindon aujourd'hui, il est plus « agile » du tout. Il est plumé.

Les coûts de sortie de données, la complexité de son IaC, et la « scalabilité » de son Kube (qu'il a aussi adoptée parce que « tout le monde le faisait ») ont dévoré tous ses bénéfices. Il n'a plus assez d'argent pour acheter du maïs haut de gamme.

Dindon essaie maintenant désespérément de sauver ses dernières plumes. Il passe ses journées à faire du #FinOps extrême :

◆ Taguer désespérément ses ressources pour comprendre où part l'argent.

◆ Supprimer des instances qu'il a créées par erreur avec son IaC il y a un an.

◆ Essayer de « deracker » ses données du Cloud sans se ruiner en frais de transfert.

> ⚖️ *La Morale : L'Agilité et le Cloud ne sont pas des baguettes magiques. Dindon a confondu « suivre la modernité » avec « adopter n'importe quel buzzword ». Il a externalisé son intelligence technique au profit d'une « abstraction » qui lui coûte une fortune. L'avenir du SysAdmin, c'est de ne pas se laisser plumer par la hype. Si votre infra physique vous coûte 4 fois moins cher et fait le boulot, peut-être que la vraie modernité, c'est de la garder.*

👉 *Et vous, vous en êtes où dans votre voyage vers le Cloud ? Plus « Cloud Native » ou plus « Dindon Plumé » ? 😉*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE II · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

Épisode II

Le Retour sur Terre (Cloud Exit)

Hello le réseau ! 👋

Vous vous souvenez de Dindon ? Notre ami qui s'était fait plumer par le Cloud Public avec ses factures à 95 k€ par mois ? 💸

Après avoir passé quelques nuits à pleurer sur ses dernières plumes, Dindon a eu un déclic. Il a arrêté de se laisser éblouir par les mots à la mode (buzzwords) et a décidé de redevenir rationnel. Il a compris qu'une petite exploitation de volailles n'avait pas besoin d'une infrastructure « multi-région serverless » en Irlande : c'était comme installer un réacteur de Boeing sur une charrette à foin !

🚀 L'Épisode du Grand Retour : L'Évasion Technique et Financière !

Dindon a lancé sa stratégie de « Cloud Exit ». Son objectif : une infrastructure fiable, prévisible et surtout... à taille humaine.

🌽 1. Le choix du partenaire : Le « Local », ce n'est pas que pour le maïs !

Au lieu de parler à des algorithmes ou à un support basé à l'autre bout du monde, Dindon est allé voir des fournisseurs locaux et régionaux (Ecritel, OVHcloud, Scaleway, DRI, Claranet France, Infomaniak — The Ethical Cloud, IONOS...).

Le choc : Un devis clair. Pas de frais cachés, pas de calculs de probabilités sur la facture de fin de mois. Un serveur a un prix fixe, point final.

🛠️ 2. La fin de l'abstraction inutile

Dindon a fait le tri. Il a réalisé que 80 % de ses 200 VM « as-a-code » ne servaient à rien ou étaient largement sous-utilisées.

◆ Il a rapatrié ses données (en payant les fameux « frais de sortie », la dernière morsure du géant du Cloud !).

◆ Il a opté pour du Bare Metal (serveurs dédiés) et quelques instances privées simples.

◆ L'IaC ? Il l'a gardé, mais en mode « light » : juste ce qu'il faut pour automatiser proprement, sans transformer chaque déploiement en mission de la NASA.

✨ 3. Le résultat : Dindon retrouve son plumage !

Le verdict est tombé après le premier mois chez son nouveau fournisseur local :

◆ Ancien coût : 475 € / unité (Cloud Public).

◆ Nouveau coût : Environ 130 € / unité (Hybride local/dédié).

◆ Bonus : Une latence divisée par deux (les données sont plus proches !) et un vrai technicien qui répond au téléphone.

Aujourd'hui, Dindon est serein. Il ne fait plus de « Scrum » pour savoir quand nourrir les oies. Il a une infrastructure fiable, rationnelle et sans surprise. Il sait exactement ce qu'il va payer le mois prochain.

> ⚖️ *La Morale : Le Cloud Public est un outil, pas une religion. Parfois, la véritable modernité, c'est d'avoir le courage de faire marche arrière quand on s'est trompé de chemin. La Souveraineté Numérique et le Cloud Local ne sont pas que des concepts, c'est une stratégie de survie économique.*

👉 *Et vous ? Allez-vous attendre d'être complètement plumés avant de regarder ce que proposent nos hébergeurs locaux ?* 😉

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

Épisode III

La Crise de la Quarantaine — Les origines

Hello le réseau ! 👋

Pour bien comprendre pourquoi notre ami Dindon s'est retrouvé plumé (Épisode I) avant de se sauver chez des hébergeurs locaux (Épisode II), il faut revenir aux origines du drame.

💾 Le temps de l'innocence : L'époque Kimsufi & Cpanel

Au début, Dindon était un fermier numérique heureux. Il gérait ses serveurs sur des Kimsufi, avec un bon vieux Cpanel ou un Plesk. C'était simple, c'était robuste. Il cliquait sur un bouton, et hop, son site de vente de dindes fonctionnait. C'était l'époque du « ça marche et on n'y touche plus ».

🙄 Le complexe d'infériorité : « C'est trop old-school ! »

Mais un jour, en lisant des blogs de « Tech Evangelists » sur LinkedIn, Dindon a eu honte. Il s'est dit :

◆ « Mon infra est préhistorique. »

◆ « Cliquer dans une interface graphique, c'est pour les amateurs. »

◆ « Si je n'ai pas de Terraform, de Kubernetes et de Cloud Public, est-ce que je suis vraiment un SysAdmin ? »

Il trouvait ses serveurs dédiés « sales » et « immobiles ». Il voulait de l'éphémère, de l'abstraction, du prestige. Il voulait que son infrastructure soit du code (IaC), car c'est ce que font les licornes de la Silicon Valley, n'est-ce pas ?

🚀 Le Grand Saut (vers le précipice)

Dindon a donc décidé de tout brûler :

◆ Il a balancé ses Plesk à la poubelle.

◆ Il a passé 6 mois à apprendre le YAML (le langage préféré des dindons modernes).

◆ Il a migré ses 200 VM vers le Cloud Public en Irlande, fier de pouvoir dire : « Mon infra est entièrement pilotée par API ».

Il se sentait enfin « In ». Il se sentait « Scalable ». Il ne se rendait pas encore compte qu'il venait d'échanger une solution qui coûtait le prix d'un sac de grain contre une machine à sous géante qui allait lui bouffer toutes ses plumes.

> ⚖️ *La Morale : On change souvent un système qui marche juste par peur de paraître dépassé. Le « Old-School », c'est parfois juste le nom qu'on donne à la stabilité qu'on finit par regretter.*

👉 *Et vous, quelle est la technologie « Old-School » que vous avez regrettée après avoir cédé à la hype ?* 😉

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE IV

LE SAUVETAGE PAR PLANNITEL

HELLO LE RÉSEAU ! 👋

Vous vous souvenez comment notre ami Dindon s'était retrouvé complètement plumé par la complexité et les coûts du Public Cloud (Épisodes I & III), avant de décider de fuir (Épisode II) ?

Aujourd'hui, découvrez comment cette fuite s'est transformée en une migration sereine et réussie, grâce à un véritable partenaire : le provider local Plannitel.

🛑 L'ARRIVÉE DE PLANNITEL : LE « RESET » PROFESSIONNEL

Après sa prise de conscience FinOps (et FaimOps), Dindon a rencontré Plannitel. Finis les buzzwords abstraits, place au pragmatisme. Plannitel n'est pas arrivé avec un catalogue de 400 API complexes, mais avec une méthodologie :

- ◆ **L'Atelier de Préparation de Migration :** Les équipes de Plannitel se sont assises avec Dindon (virtuellement). Ils n'ont pas juste regardé le code YAML, ils ont audité les besoins de la ferme numérique. Qu'est-ce qui est critique ? Comment minimiser l'interruption de service ? C'était de l'architecture, pas juste de la configuration.
- ◆ **La Stratégie de A à Z :** Plannitel ne lui a pas dit « Démerdez-vous avec l'API ». Ils ont pris en charge tout le processus : la cartographie de l'existant, la planification de la bascule, le nettoyage des ressources « fantômes » qui coûtaient une fortune.

🛠️ LE « MOVE TO PLANNITEL » : UNE MIGRATION MAINTENUE

Quand le jour J est arrivé, Plannitel a opéré. Dindon, habitué au chaos de l'automatisation brute, n'en croyait pas ses yeux de dindon. C'était précis, calme, professionnel. Plannitel s'est occupé de A à Z : le transfert sécurisé des données depuis l'Irlande, la configuration des serveurs Bare Metal et des instances privées cibles, les tests post-migration. Dindon n'avait plus besoin de coder en YAML pour savoir si son site fonctionnait. Il avait un interlocuteur humain.

✨ LA MISE EN PRODUCTION : LE SILENCE DE LA SÉRÉNITÉ

La mise en production s'est faite avec une discrétion absolue. Pas de panique, pas de « 404 Not Found » surprise pendant Noël. Le site fonctionnait, simplement. Mieux, il était plus réactif (la latence d'une ferme française est meilleure en France !). Grâce à Plannitel, Dindon a retrouvé son plumage. Il ne passe plus ses nuits à taguer des ressources. Il a un coût fixe, rationnel et sans surprise, un support technique basé en France qui décroche le téléphone, et la paix de l'esprit pour se concentrer sur son labo de chimie.

> ⚖️ *La Morale : Ne choisissez pas une infrastructure. Choisissez un partenaire. Plannitel a prouvé que la vraie modernité n'est pas l'abstraction totale, mais le professionnalisme de l'accompagnement humain.*

👉 *Et vous ? Votre provider actuel s'occupe de vous de A à Z, ou il vous laisse vous plumer tout seul ?* 😉

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

Épisode V

L'Âge d'Or (Sérénité, ROI et Barbecue)

Hello le réseau ! 👋

Après le sauvetage héroïque par Plannitel (Épisode IV), beaucoup d'entre vous se demandent : « Et après ? Est-ce que la lune de miel dure toujours ? » 🌙

La réponse est oui. Dindon n'est plus une proie du Cloud ; il est devenu le roi de sa propre basse-cour numérique.

📉 La Facture : Le Choc Thermique (dans le bon sens) 💸

Souvenez-vous des factures « nuageuses » de Dindon : illisibles, imprévisibles, et plus gonflées qu'une dinde de Noël. Aujourd'hui, avec Plannitel, c'est le calme plat sur le compte bancaire :

◆ **Zéro frais de sortie (Egress fees) :** Dindon déplace ses données comme il veut, sans payer de « taxe de douane » numérique.

◆ **Facturation au forfait :** Il connaît le montant exact de sa facture le 1er du mois. Pas de mauvaise surprise liée à un pic de trafic ou une instance oubliée.

◆ **Le verdict :** Pour une performance supérieure, Dindon paye 60 % de moins que chez les hyperscalers. Son ROI n'est plus un concept abstrait, c'est du cash disponible.

🛠️ L'Infra : La Force Tranquille de l'Hybride 🏗️

◆ **Performance Bare Metal :** Finis les voisins bruyants sur les serveurs mutualisés. Ses calculs de chimie tournent sur du métal dédié, optimisé aux petits oignons.

◆ **Maintenance Invisible :** Quand il y a une mise à jour, c'est Plannitel qui gère. Dindon ne reçoit plus d'alertes à 3h du matin pour un kernel panic.

◆ **Proximité = Réactivité :** La latence est si faible qu'on dirait que le serveur est dans la pièce d'à côté.

👨‍🌾 De la Chimie au Succès : Dindon, Producteur Prospère 🍗

Libéré de l'enfer du YAML et du débogage d'API complexes, Dindon a enfin pu se consacrer à sa vraie passion : son laboratoire de chimie appliqué à l'agro-excellence. Résultat ? Il a mis au point une méthode d'élevage innovante qui fait de lui un producteur de viande heureux et prospère. Ses dindes sont les plus réputées de la région, et sa boutique en ligne (hébergée chez Plannitel, bien sûr) encaisse les commandes sans sourciller. Il ne court plus après les scalings automatiques qui ne scalent pas ; il court après son propre succès.

> 🌟 *La Morale : Le Cloud Public n'est pas une fatalité. Parfois, pour voler plus haut, il faut savoir revenir sur Terre, là où les serveurs ont un nom et où les partenaires ont un visage. Dindon a retrouvé son plumage, son sourire, et surtout, son temps.*

👉 *Et vous ? Vous préférez continuer à engraisser les algorithmes ou commencer à prospérer avec un partenaire local ?*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE VI · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

Épisode VI

L'Appel de la Basse-Cour Souveraine

Hello le réseau ! 👋

Vous pensiez que Dindon allait se contenter de compter ses économies (ROI de 60 %, rappelez-vous l'Épisode V) en mangeant des barbecues chez Plannitel ? C'est mal connaître la bête.

Une fois son plumage totalement retrouvé, Dindon a regardé autour de lui. Et ce qu'il a vu l'a attristé : des milliers d'entreprises, PME et ETI, continuaient de se faire plumer en silence par les hyperscalers. Dindon a eu un déclic. Sa réussite ne devait pas être une exception, mais un modèle. Il est passé de producteur prospère à militant du Cloud Local.

📢 La Naissance d'un Mouvement : « Les Dindons de la Farce » 🤔🦃

Dindon a pris son téléphone et a appelé tous les anciens « plumés » qu'il connaissait. C'est ainsi qu'est née l'association « **Les Dindons de la Farce** ».

Le but de cette association ? Regrouper toutes les entreprises qui ont réalisé qu'elles étaient les dindons d'une farce monumentale orchestrée par le Cloud Public : factures illisibles, « frais de sortie » prohibitifs (Egress fees), et perte totale de contrôle. L'association est devenue un lobby puissant pour la souveraineté numérique, prônant le retour à des acteurs locaux, humains et transparents.

🚀 Lancement de l'Opération « DINDON! » 📢

Mais discuter ne suffit pas. Il faut agir. Dindon et son association ont donc annoncé le lancement de la plus grande opération de l'histoire du numérique européen : **L'Opération « DINDON! »**.

Le concept : La plus grande fuite de données du siècle. L'objectif est d'organiser, de planifier et d'accompagner techniquement et financièrement le rapatriement massif des données de milliers d'entreprises européennes depuis le Cloud Public vers des Clouds Souverains et locaux (Ecritel, DRI, OVHcloud, Scaleway, Claranet...).

📜 L'Hommage Historique (2011)

Pourquoi ce nom, « DINDON! », avec un point d'exclamation rageur ? C'est un hommage vibrant à un Directeur courageux de la Stime DSI Groupement Les Mousquetaires qui, vers 2011, face aux tarifs exorbitants des licences Windows Server et Office, avait décidé de nommer son projet de migration d'infrastructure majeure : « Opération Dindon ». À l'époque, il s'agissait de ne pas être le dindon de la farce des éditeurs de logiciels. Aujourd'hui, notre Dindon reprend le flambeau pour ne pas être le dindon de la farce des hébergeurs américains. La boucle est bouclée.

> 🌟 Le Mot de la Fin : *Le Move-to-Cloud n'est pas une fatalité. Le Move-to-Local est une libération. Dindon a prouvé qu'on pouvait être performant, rentable et souverain. Aujourd'hui, il ne court plus après son succès ; il guide toute une basse-cour vers la liberté numérique.*

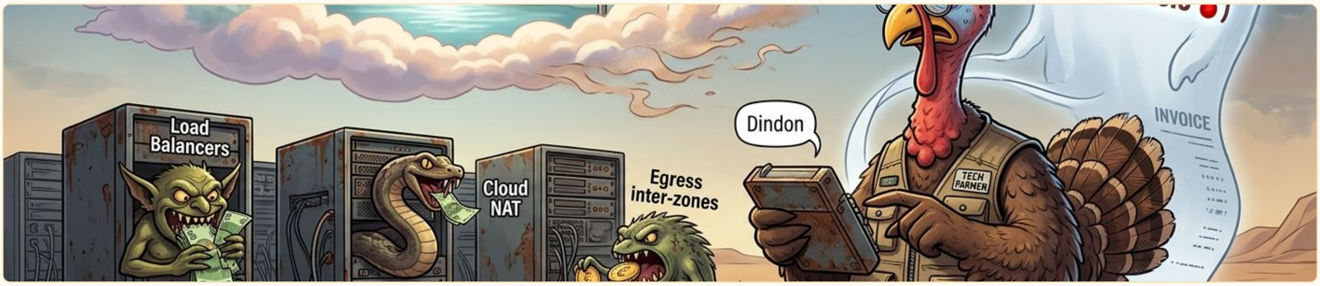
👉 Et vous ? Allez-vous rester un Dindon de la Farce ou allez-vous rejoindre l'Opération « DINDON! » pour rapatrier vos données chez un partenaire de confiance ? 😉

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE VII · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

Épisode VII

Le Mirage du « Managé »



Hello le réseau ! 👋

Vous vous souvenez de Dindon ? Notre éleveur tech qui avait fui le Cloud Public à 475 €/VM pour retrouver la raison technique et financière (Bare Metal souverain, ROI réel).

Eh bien... Dindon a rechuté. 😔

Il avait gardé une dernière addiction planquée dans un coin de sa console : son cluster Kubernetes « Managé ». Il s'était auto-persuadé : « C'est managé, c'est simple, c'est juste la couche de calcul moderne, ça va pas me ruiner. »

Foutaises. 🛑 « Managé » ne veut pas dire « Gratuit », ça veut dire « Opaque ».

📊 L'Autopsie du Cluster Fantôme

Poste de dépense	Budget imaginé	Facture réelle
Control Plane (GKE Fee)	« Gratuit ? »	72 €/mois
4 Nœuds (n2-standard-8)	~600 €/mois ✅	~600 €/mois ✅
Load Balancers (×3 oubliés)	« Négligeable »	54 €/mois
Persistent Volumes (500 Go)	« Inclus ? »	85 €/mois
Cloud NAT (Cluster privé)	« Sécurité... »	45 €/mois
Cloud Logging / Monitoring	« Par défaut »	120 €/mois
Egress inter-zones	« Quelques Go »	90 €/mois
Nœuds fantômes (Autoscaler)	« C'est magique »	160 €/mois
TOTAL MENSUEL	**~600 €** 💭	**~1 226 €** 🩸

Bilan : 104 % de surcoût masqué.

🛑 Le Moment de Vérité

Quand Dindon a sorti la vraie calculatrice (celle de l'arrogant SysAdmin, pas le dashboard marketing), il a eu un choc thermique.

◆ Son cluster « managé » : 14 712 €/an.

◆ Ces workloads auraient tenu sur deux serveurs dédiés reconditionnés de Grade A. Coût : 4 000 € l'unité. Total : 8 000 €, une seule fois (CAPEX). ROI négatif dès le 7ème mois.

Le pire ? Le « Managé » n'est qu'une illusion d'Ops. C'est eux qui gèrent le control plane, mais c'est toujours TOI qui gères les menus déroulants compliqués pour le NAT, les LB et les volumes à 3h du matin.

> *« Managé pour eux. Compliqué pour toi. Payant pour tout le monde. »*

⚖️ Le Verdict de l'Architecte

Rendons à César ce qui est à César : les hyperscalers ont inventé l'abstraction géniale. Mais ils ont aussi inventé la vassalité financière. Le vrai #FinOps, c'est de lire la facture ligne par ligne, pas de faire confiance à l'abstraction qui vous asphyxie.

👉 *Et vous ? Avez-vous déjà audité tous les postes de votre cluster « managé » — y compris ceux que vous n'avez pas commandés ?* 😉

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE VIII · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

Épisode VIII

Le Péage de l'Enfer — NAT Gateway AWS

Hello le réseau ! 👋

Vous pensiez que Dindon avait touché le fond avec Kube ? 🛑 Aujourd'hui, on attaque le ninja de l'asphyxie financière : **Le NAT Gateway AWS**.

Pour la « Haute Disponibilité », le manuel AWS conseille 1 NAT par zone (AZ). Dindon a 3 AZ, il a cliqué 3 fois. 🖱️

Ce qu'il ignorait ? Chez l'hyperscaler, faire du NAT (une simple règle iptables gratuite sur Linux depuis 1998) n'est pas une fonction, c'est un péage de luxe.

📊 L'Autopsie du Péage Réseau

Pour 10 To/mois de données sortantes (mises à jour, API, webhooks...) :

Poste (NAT Gateway ×3)	Tarif AWS (Paris)	Facture réelle
Taxe d'existence	0,048 $/heure	~105 €/mois
Traitement (10 To / mois)	0,048 $/Go traité	~460 €/mois
TOTAL MENSUEL	« C'est natif » 💭	~565 € 🩸

🛑 Le Moment de Vérité

565 €/mois. 6 700 €/an. Juste pour changer une IP source TCP ! ☕💥

En On-Premise, un routeur Mikrotik à 150 € (CAPEX unique) ou une VM pfSense (0 €) gère ça sans sourciller. Dans le Cloud, le réseau est un compteur de taxi qui tourne à chaque octet respiré.

La « Haute Disponibilité » des géants est souvent conçue pour multiplier vos ressources payantes. Le vrai #FinOps ? Remplacer ces NAT managés à 500 € par une simple instance EC2 (NAT instance) ou un serveur local dédié pour le prix d'un ticket de métro. Ou mieux : #CloudExit.

👉 *Et vous ? Avez-vous déjà osé regarder combien vous coûte la simple règle MASQUERADE de vos clusters ?* 😉

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE IX

LE RÉVEIL DES SOMNAMBULES

HELLO LE RÉSEAU ! 👋

Aujourd'hui, on met les points sur les « i » et les instances sur du vrai matériel. On va parler d'un sujet qui fâche, mais on va le faire avec respect : la faillite par le Cloud et le grand sommeil souverain.

Dindon a un aveu à vous faire. S'il est devenu un ayatollah du FinOps et du Bare-Metal, ce n'est pas par idéologie. C'est parce qu'il a vu des bateaux couler. J'ai vu de mes propres yeux comment l'infrastructure peut passer du statut de « moteur d'innovation » à celui de « boulet de canon financier ».

🌪️ L'HYPERSCALER : LE CHEF-D'ŒUVRE QUI VOUS RUINE

Soyons justes : techniquement, ce que font AWS, GCP ou Azure est magistral. Leurs ingénieurs sont des génies. Mais leur modèle économique, lui, est un aspirateur à trésorerie conçu pour les licornes dopées aux levées de fonds.

Le drame, c'est que des PME et des entreprises traditionnelles copient ces architectures. Résultat ? Le Cloud Public devient la première cause de stress financier pour les DAF. On ne fait plus faillite parce qu'on n'a pas de clients, on fait faillite parce que nos coûts variables (Egress, NAT, API calls) augmentent plus vite que nos revenus.

🛌 LES ACTEURS LOCAUX ET POLITIQUES : LE CLUB DES SOMNAMBULES

Et pendant que l'économie réelle se fait siphonner par des factures OPEX intraçables, que font nos champions de la « Souveraineté Numérique » ? Ils dorment. 😴 Paroles, paroles, paroles...

Nos politiques font de magnifiques discours sur des estrades avec le mot « Cloud Souverain » en police taille 72. Mais sur le terrain ? Aucune incitation fiscale massive pour relocaliser la donnée, aucune pédagogie réelle sur le coût total de possession (TCO).

Et nos hébergeurs locaux ? Vous avez l'acier. Vous avez les datacenters. Vous avez les prix (parfois 10× moins chers en CAPEX). Mais où est votre voix ? Pourquoi laissez-vous les hyperscalers dicter le marché avec des services « managés » alors que vous pourriez éduquer toute une génération à revenir aux fondamentaux de l'ingénierie ?

> *Ô dormeurs perchés sur les nuages,*
> *Vos poches ouvertes au pillage !*
> *Vous cédez notre fer aux rivaux,*
> *Pleurez du sang sur vos naufrages.*

⚖️ LE MOMENT DE VÉRITÉ

Le Cloud Public n'est pas une arnaque, c'est un produit de luxe. Si vous avez besoin d'élasticité mondiale instantanée, payez le prix fort. Mais pour 80 % des workloads (bases de données classiques, backends stables, web), rester sur de l'hyperscaler, c'est comme utiliser un jet privé pour aller acheter sa baguette de pain. Le vrai « Scale », c'est la rentabilité.

👉 *Hébergeurs locaux : réveillez-vous, on a besoin de vous sur le champ de bataille, pas dans les salons VIP.*

👉 *CTOs & DAF : asseyez-vous ensemble. L'infrastructure n'est plus un sujet technique, c'est un sujet de survie financière.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE X·1 · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

Épisode X·1

L'Orgueil du Sommet — Partie 1/2

Hello le réseau ! 👋

Aujourd'hui, changement de programme. Avant de juger les hébergeurs locaux ou l'État, Dindon a décidé d'auditer la racine du mal : l'entreprise elle-même. Car le naufrage du Cloud n'est jamais un accident technique, c'est toujours un suicide organisationnel.

Bienvenue dans l'autopsie d'un désastre interne, un schéma clinique que notre industrie répète en boucle.

🎭 Le Théâtre de la « Réduction des Coûts »

Imaginez un comité de direction organisant un grand workshop pour « rationaliser l'infrastructure ». Sur la table, les chiffres sont lunaires : des centaines de milliers d'euros brûlés chaque mois chez les hyperscalers, couplés à des factures à six chiffres pour des licences SaaS « modernes ».

Pourtant, dans l'ombre, cette même société possède son propre trésor : des baies physiques dans des Datacenters locaux, à moitié vides, parfaitement équipées et déjà amorties, qui coûtent dix à vingt fois moins cher à faire tourner.

💡 L'Affront de la Logique

Face à cette absurdité, l'Ops de terrain propose l'évidence : utilisons l'espace vide de notre Bare-Metal pour y rapatrier nos clusters Kubernetes et divisons la facture de production.

La réaction du sommet ? Le mépris. Le CEO, aveuglé par l'ego de sa propre « vision », balaie la proposition d'un revers de main : « On verra plus tard, restons sur la roadmap ». Le CTO, quant à lui, est silencieux. Soumis à l'extrême, il est l'archétype du « Directeur Technique » qui s'accroche à des micro-tâches dérisoires (comme gérer lui-même des certificats SSL à 10 $) pour justifier sa place, mais qui valide sans sourciller le gaspillage de millions en OPEX.

📁 Le Mur du Silence (et l'Avertissement)

L'ingénieur de terrain ne lâche rien. Il produit une étude chiffrée, de multiples scénarios de sortie (du rapatriement Bare-Metal jusqu'à l'infogérance pure), devis à l'appui. La réponse ? La direction joue la montre. Pendant une semaine entière, on esquive ses demandes pour un simple créneau de 15 minutes.

Pour forcer la porte de son propre comité de direction, l'Ops doit littéralement taper du poing sur la table et exiger, par un email frontal devant les autres collaborateurs, une réunion d'urgence. Le meeting finit par être arraché, mais la sanction tombe : un recadrage et un avertissement oral de la direction. Poser les chiffres sur la table n'est plus vu comme de l'optimisation financière, c'est perçu comme de l'insubordination. La vérité comptable est devenue l'ennemie jurée de l'orgueil managérial.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE X·2

LE SILENCE DES TRANCHÉES — PARTIE 2/2

HELLO LE RÉSEAU ! 👋 (SUITE DE L'AUDIT INTERNE — 2/2)

Quand le sommet de la pyramide (CEO, CTO, DAF) choisit l'aveuglement par ego, que fait le reste de l'entreprise face au mur financier ?

📢 L'ALERTE GÉNÉRALE

Face au déni, notre Ops de terrain décide de briser la loi du silence. Il porte le débat sur la place publique interne : emails, réunions, face-à-face. Il prévient que le navire fonce tout droit dans l'iceberg. L'objectif n'est pas de faire un coup d'éclat pour son ego, mais de sauver la rentabilité de la société et, par extension, les emplois de ses collègues.

🤫 LA LÂCHETÉ DES « PLANQUES »

Au début, les collègues encouragent en coulisses. Mais dès le premier email de recadrage de la direction, c'est la débandade. Tous les services se retirent du débat. Les soutiens se murmurent en cachette, à la machine à café.

Face au risque d'affronter la direction, la peur de perdre sa « planque » ou son confort quotidien l'emporte sur l'instinct de survie collective. On laisse le lanceur d'alerte s'isoler seul sur le champ de bataille.

⚖️ LE TÉMOIN VÉRIDIQUE

L'ingénieur fait alors un choix : prêter le serment de rester le « témoin véridique » de cette faillite intellectuelle, même si cela doit lui coûter sa place. Devant l'ego de la direction et le silence complice des salariés, il est inévitablement poussé vers la sortie. Le témoin gênant est éliminé, le gaspillage du Cloud continue, et les collègues gardent leur « planque »... en attendant le prochain plan social.

> *Le chef se vautre dans l'erreur,*
> *Cour applaudit par terreur.*
> *Vous préférez garder vos places,*
> *Pendant que l'or fond dans la glace.*

⚖️ Le Verdict du Terrain : Ne vous plaignez pas des factures des GAFAM si vous n'avez pas le courage de contredire un CEO déconnecté ou un CTO de paille. L'hyperscaler n'est pas responsable de votre ruine. Votre orgueil au sommet et votre lâcheté collective à la base s'en chargent très bien tout seuls.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE XI · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

🇫🇷 Épisode XI

Le Devoir de Vérité (Audit Local)

Hello le réseau ! 👋

Le témoignage de l'Opération Dindon se tourne vers nos acteurs locaux. Il ne s'agit pas de blâmer les géants pour leur excellence, mais de porter un regard sincère sur nos manquements. La souveraineté ne peut être un slogan, elle doit être une promesse de compétence.

🤝 L'Union : Une Responsabilité Partagée

Le marché suit l'efficacité. L'appel à un front commun — nommé ironiquement « L'Opération Dindon » pour provoquer un réveil des esprits — était une invitation à protéger nos PME. Snober cette main tendue n'est pas qu'une erreur de gestion, c'est un manquement au devoir de fraternité économique. Se taire face à l'hémorragie financière de nos entreprises, c'est en devenir complice.

💻 La Justice de l'Expérience (DX) : Respecter l'Artisan

Le développeur est celui qui prescrit. Lui offrir des portails datés et une documentation obscure est une injustice. Les hyperscalers respectent son temps par des API fluides. La justice technique commence là : si nous voulons un retour au fer local, rendons le chemin praticable au lieu d'en faire un calvaire.

🔬 L'Engagement Sincère vs Le Mirage du Label

Le marché veut du service managé, pas juste de la tôle brute. Laisser nos entreprises sans alternative face à l'enfermement propriétaire est une faille de conseil. De même, brandir des labels pour masquer un retard technique manque de sincérité. Le patriotisme ne doit pas être un bouclier pour l'incompétence, mais un moteur d'excellence.

⚖️ Le Verdict

Notre souveraineté dort dans nos datacenters, verrouillée par un manque d'audace. Personne ne sauvera la filière locale à sa place. Le courage de s'unir et la sincérité de reconnaître ses retards sont les seules clés.

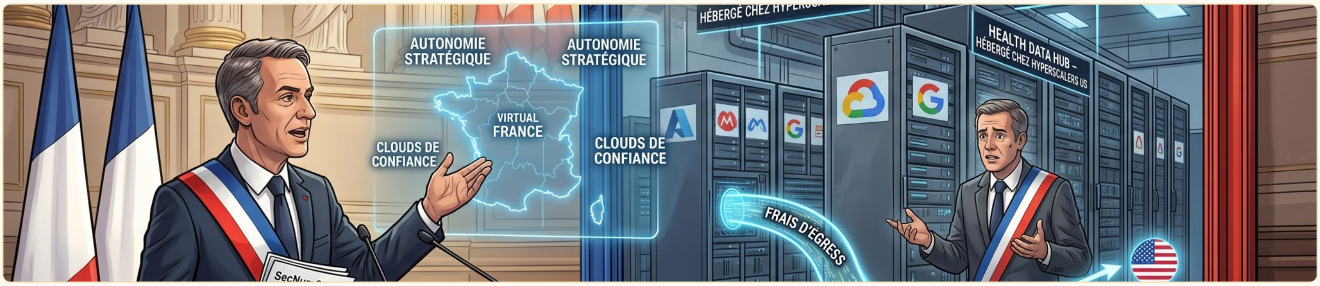
> *Vendeurs de fer, retrouvez votre art,*
> *La souveraineté se forge en chaque part,*
> *Quand le savoir local reprend enfin la main,*
> *L'acier s'éveille et trace son propre chemin.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE XII · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

🇫🇷 Épisode XII

Le Miroir de l'État (Audit National)



Hello le réseau ! 👋

L'audit de l'Opération Dindon s'élève aujourd'hui vers les sommets de l'État. Après avoir analysé les responsabilités de la filière locale, l'exigence de justice nous impose d'examiner l'action publique. Il ne s'agit pas d'instruire un procès à charge, mais de placer le miroir du réel face aux ambitions affichées.

🏛️ La Rhétorique face au Réel

L'autonomie stratégique est un idéal noble, ardemment défendu dans les discours officiels. Cependant, la physique des Datacenters ne se nourrit pas d'éloquence. Déclarer la souveraineté tout en délaissant l'investissement massif dans l'infrastructure matérielle crée une dissonance béante. La vérité du Fer exige des actes concrets, au risque de nous voir réduits au rang de locataires numériques.

🏷️ Le Paradoxe du « Cloud de Confiance »

Apposer un sceau local (SecNumCloud) sur une technologie dont l'ingénierie et l'interrupteur se trouvent outre-Atlantique est une construction juridique, non une indépendance technologique. Le conseil sincère oblige à poser la question : comment exiger de nos PME qu'elles rapatrient leurs données sur des infrastructures souveraines quand l'État confie lui-même ses joyaux (comme le Health Data Hub) aux hyperscalers ? L'autorité se fonde sur l'exemple, non sur la dérogation.

💸 L'Hémorragie de l'Effort Public

L'État irrigue légitimement nos startups à travers de généreuses subventions (BPI, French Tech). Pourtant, en l'absence de garde-fous FinOps, ces millions d'euros finissent trop souvent par éponger des factures Cloud exponentielles, finançant de facto la R&D étrangère. La balance est déséquilibrée : où sont les incitations fiscales (crédits d'impôt) pour encourager le retour au CAPEX et l'investissement dans le Bare-Metal local ? Le silence sur ce levier économique est assourdissant.

⚖️ Le Verdict National

La souveraineté ne s'achète pas par la rhétorique, elle se forge dans l'acier de nos propres infrastructures. Légiférer contre l'enfermement des données (frais d'Egress) et inciter fiscalement les entreprises à revenir au Bare-Metal sont les véritables leviers d'une indépendance assumée et durable.

> *Sous l'écho rassurant des discours souverains,*
> *L'argent public s'échappe vers d'autres rives.*
> *Il faut forger l'acier de nos propres mains,*
> *Pour qu'enfin l'indépendance nous survive.*

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE XIII · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

🇪🇺 Épisode XIII

Le Bilan Continental (Audit Européen)

Hello le réseau ! 👋

Ce manifeste touche à sa fin. Le diagnostic français (Épisode XII) n'était que le symptôme d'une architecture défaillante plus vaste : la faille stratégique de l'Union Européenne.

🏛️ L'Asymétrie Législative (Le Paradoxe de Bruxelles)

Pendant que l'Europe disserte sur la conformité et le label EUCS, une asymétrie financière s'installe. Le législateur européen a su réguler le « Roaming » télécom au centime près, mais détourne le regard quand les données sont entravées par des frais de sortie (Egress) prohibitifs. Le Data Act reste une abstraction face à la réalité des « commits » irrévocables de 36 mois. L'Europe laisse ainsi ses PME se faire lier par des conditions générales de vente qui neutralisent toute liberté technique.

♻️ Le Paradoxe des Fonds Européens

Les plans de relance et les fonds européens (Horizon Europe) irriguent légitimement notre tissu technologique. Pourtant, la mécanique financière finit souvent par drainer ces capitaux vers la Baie de San Francisco. En refusant d'imposer des quotas d'infrastructures locales pour l'obtention de ces subventions, l'Europe finance indirectement son propre déficit commercial technologique.

⚠️ L'Inertie comme Choix Stratégique

S'obstiner dans cette inertie législative, après avoir été alerté sur la réalité du TCO (Total Cost of Ownership) et l'enfermement propriétaire, modifie la nature de l'échec. Ce n'est plus de la lenteur administrative ; c'est accepter par omission la dépendance de notre ingénierie.

> *Bruxelles débat sous de vastes plafonds,*
> *Quand l'Egress draine nos forces en silence.*
> *La souveraineté naît du Fer, au plus profond,*
> *Et l'ingénierie seule dictera la balance.*

🛑 Le Retrait du Témoin (Retour à la Forge)

Ceci clôture l'audit de l'Opération Dindon. Aux médias, lobbyistes ou podcasteurs : le spectacle médiatique et les débats stériles sont poliment refusés. Le retrait de ce cirque public est définitif. Cependant, la posture de « témoin véridique » demeure. Le combat technique se poursuivra là où il a commencé : dans les tranchées de l'ingénierie, au cœur du Bare-Metal, face au Radix.

🔓 Héritage Open-Source

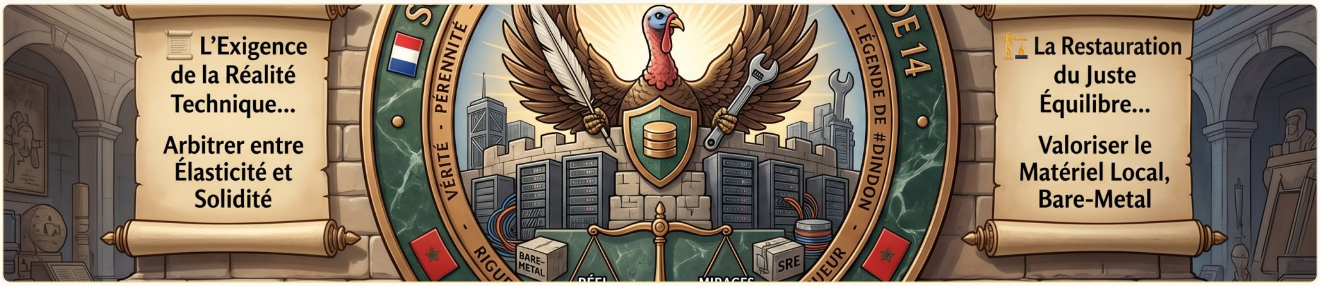
L'intégralité du manifeste « Opération Dindon » (Épisodes I à XIII) est versée dans le domaine public. Ces textes peuvent être repris, partagés ou adaptés par quiconque, sans autorisation. La vérité technique n'a pas de propriétaire, et l'urgence est désormais collective.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ÉPISODE XIV · 🦃 LA LÉGENDE DE DINDON

🇫🇷 Épisode XIV

Le Sceau de la Souveraineté — Clôture Solennelle



Hello le réseau ! 👋

Le diagnostic de l'Opération Dindon arrive à son terme. Après avoir analysé les structures de coûts, les dépendances stratégiques et les leviers politiques, l'heure est au bilan technique et à la clôture de ce chapitre. Ce dernier épisode se veut une synthèse solennelle, portée par l'exigence de vérité et de pérennité.

🏛️ L'Exigence de la Réalité Technique

L'infrastructure n'est pas qu'un concept comptable ou une abstraction logicielle ; elle est le socle physique de nos économies. La tendance actuelle à l'externalisation totale a révélé ses limites : perte de maîtrise des coûts opérationnels, complexité accrue des transferts et érosion des compétences de terrain. La pérennité d'une entreprise repose sur sa capacité à arbitrer avec justesse entre l'élasticité du service et la solidité de ses actifs.

🏗️ La Restauration du Juste Équilibre

La souveraineté numérique ne peut être un slogan. Elle se bâtit sur une ingénierie de précision, valorisant le matériel local et l'optimisation des ressources existantes. La philosophie du retour au « Fer » (Bare-Metal) et au recyclage technologique n'est pas un retour en arrière, mais une avancée vers une gestion plus saine et responsable. L'autonomie stratégique commence là où s'arrête la dépendance aux infrastructures dont on ne maîtrise plus les variables.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

📜 La Mu'allaqa du Sceau Final

Ode à la Rigueur

Que l'on cesse les pleurs sur les budgets perdus,
Pour regarder enfin les chemins défendus.
Point de salut au ciel, sans un socle à la terre,
La raison technique est notre unique lumière.
Honneur à la structure, au montage achevé,
Où chaque nœud de fer est un droit préservé.
La Balance est posée sur le poids du réel,
Loin des mirages vains et du bruit artificiel.
Que la forge s'apaise et que l'ordre demeure,
La justice est rendue à la machine, à l'heure.
Le savoir est un sceau, le courage est une loi,
Pour bâtir un destin sous son propre toit.
Le diagnostic s'achève, le verdict est tracé,
Rendant au Bare-Metal son prestige passé.
Le silence revient sur ce ban de données,
L'histoire jugera les œuvres ordonnées.

⚖️ Le Verdict de l'Audit

La souveraineté est un choix. Si j'ai été dur avec les entreprises, c'est que leur responsabilité est décisive : ni l'État ni l'Europe n'agiront à leur place. Salarié moi-même, je sais que la survie de nos outils dépend de notre seule audace. Il appartient aux organisations de transformer ces constats en décisions durables. L'Opération Dindon prend fin ici, laissant place à l'action silencieuse et rigoureuse au cœur des systèmes.

🦃

La Légende de Dindon prend fin ici.

L'action commence là.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

🦃

La Légende est achevée.

L'Opération continue.

◆ COLOPHON

Titre : La Légende de Dindon

Auteur : Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Origine : XIV épisodes publiés sur LinkedIn, 2026

Collectés et mis en forme : Juin 2026, dans le cadre de l'Opération Dindon

Licence : CC BY-NC-SA 4.0 — Attribution, Pas d'Utilisation Commerciale, Partage dans les Mêmes Conditions

Ce recueil peut être librement partagé, reproduit et adapté à des fins non commerciales, à condition de citer l'auteur et de diffuser toute œuvre dérivée sous la même licence.

AI Powered by Amine — l'IA est un amplificateur d'idée et de forme, pas la source.

◆ L'OPÉRATION DINDON — CONTEXTE

L'Opération Dindon est une initiative personnelle, indépendante et d'intérêt public lancée le 8 mai 2026 pour documenter et contester les pratiques contractuelles prédatrices des hyperscalers américains (Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure).

Trois demandes au trio, échéance le 8 septembre 2026 :

- ◆ Des commits résiliables
- ◆ Des egress fees raisonnables
- ◆ Une portabilité réelle

La Légende de Dindon préfigure ce combat. Elle en est l'origine narrative.

NEMO SUPRA LEGEM EST

وقيل الحمد لله رب العالمين

LETTRE D'UN TÉMOIN

Lettre ouverte à Sa Sainteté le Pape Léon XIV
sur les pratiques des trois pharaons de l'ère numérique

À

Sa Sainteté le Pape Léon XIV

Évêque de Rome

Serviteur des serviteurs de Dieu

De la part de

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE

Humain international · Voix universelle

Paris, le 27 mai 2026

CC BY-NC-SA 4.0

Le Devoir du Témoin

Ouverture

Très Saint-Père,

Je ne suis pas chrétien. Je suis musulman, ingénieur, et témoin.

C'est en cette dernière qualité que je vous écris — non pour solliciter votre bénédiction, ni pour m'abriter derrière votre autorité, mais parce que le devoir de témoigner pour la justice ne reconnaît ni frontière confessionnelle, ni hiérarchie des douleurs, ni calcul d'opportunité.

Le Coran me commande, en la sourate An-Nisa :

> An-Nisa · Verset 135
>
> *« Ô vous qui croyez ! Soyez fermement équitables, témoins pour Allah, même si c'est contre vous-mêmes, vos père et mère, ou vos proches, riche ou pauvre qu'ils soient — Allah est plus digne de votre considération envers eux deux. Ne suivez donc pas vos passions, de peur de dévier. Si vous déformez le témoignage ou vous y dérobez, Allah est parfaitement Connaisseur de ce que vous faites. »*

Ce verset ne me demande pas si le moment est favorable. Il ne me demande pas si j'ai les moyens. Il ne me demande pas si le puissant que j'affronte mérite que je me taise. Il me dit : **témoigne**. Même contre toi-même. Même seul. Même quand tu trembles.

Je témoigne.

✦

Votre encyclique *Magnifica Humanitas*, promulguée le 15 mai 2026, décrit avec une précision prophétique ce que j'ai vu de mes propres yeux, compté de mes propres mains, documenté dans mes propres factures.

Vous écrivez que *"les principaux moteurs du développement sont des acteurs privés, souvent transnationaux, dotés de ressources et de capacités d'intervention supérieures à celles de nombreux gouvernements — un pouvoir essentiellement privé, et donc d'autant plus difficile à cerner, à réguler et à orienter vers le bien commun."*

Je vous soumets leurs noms :

Amazon Web Services · Microsoft Azure · Google Cloud Platform

Ces trois entités ne sont pas des outils. Elles sont des systèmes de capture délibérément conçus pour transformer la dépendance en dette, la migration en punition et la liberté en privilège tarifé. Ce sont les **pharaons de notre ère numérique**. Et comme les pharaons d'Égypte, ils ne portent pas de fouet — ils portent des contrats.

CE QUE J'AI VU

TEMOIGNAGE

J'ai vu des organisations contraintes de signer des engagements de **TRENTE-SIX MOIS**, transformant une décision technique en servitude contractuelle. Lorsque les besoins changent — faillite d'un projet, restructuration d'une entreprise, simple évolution technologique — la sortie est tarifée comme une transgression. Le contrat ne sert pas le client. Il le retient.

J'ai vu des données — *les données de ces organisations, les données de ces peuples* — taxées à la sortie de ces plateformes à des taux documentés de +9 931% par rapport aux standards du marché. La donnée n'appartient pas à celui qui l'a produite. Elle appartient à celui qui la détient. Et celui qui détient fait payer la liberté.

J'ai vu des architectures techniques conçues non pour servir l'utilisateur, mais pour le rendre incapable de partir. Des services propriétaires sans équivalent ouvert, des formats incompatibles, des dépendances en cascade — autant de chaînes bâties dans le code, invisibles à l'œil nu, mais aussi réelles que des barreaux.

Ce n'est pas de la négligence. Ce n'est pas l'effet non voulu d'une innovation. C'est une **ARCHITECTURE DE CAPTURE DÉLIBÉRÉE**. Et ceux qui la subissent ne sont pas des entreprises abstraites — ce sont des ingénieurs qui perdent leur emploi lorsque la facture double, des hôpitaux qui ne peuvent pas migrer leurs données de santé, des gouvernements qui ont remis leur souveraineté numérique à des entités sur lesquelles ils n'ont aucune prise.

Votre encyclique rappelle que *"la technique prend le visage de ceux qui la conçoivent, la financent, la régulent et l'utilisent."*

Le visage de ces trois acteurs, tel qu'il apparaît dans leurs pratiques, n'est pas celui du service. C'est celui de **L'EXTRACTION**.

Nommez-les

APPEL

Très Saint-Père,

Vous avez condamné le paradigme technocratique qui *"réduit la création à un objet d'exploitation et les personnes à des rouages d'un système qu'il faut rendre toujours plus performant."* Je vous soumets respectueusement que ce paradigme a désormais des adresses, des numéros SIRET, des cours de bourse et des équipes de relations publiques.

L'Église a su, en d'autres temps, nommer l'esclavage par son nom — même quand les esclavagistes étaient des puissances amies, des partenaires commerciaux, des mécènes. Ce courage lui a coûté des ennemis. Il lui a aussi valu son âme.

Je vous demande ce même courage aujourd'hui.

Non pour me rejoindre dans mon combat — je ne cherche ni allié institutionnel, ni caution confessionnelle. Mon indépendance est non négociable, et elle s'applique également à votre autorité.

Je vous demande de nommer ces pratiques pour ce qu'elles sont : une forme contemporaine d'**asservissement économique**, exercée par des entités privées transnationales, sur des populations qui n'ont jamais consenti à abandonner leur souveraineté numérique.

Nommez-les. Pas pour moi. Pour les millions qui subissent sans avoir les mots pour le dire.

❦

Je ne sais pas si cette lettre vous parviendra. Je ne sais pas si elle sera lue par un conseiller, archivée par un secrétariat, ou perdue dans l'immensité du courrier apostolique.

Mais je l'écris, parce que le verset 4:135 ne me laisse pas le choix. Le témoin qui se dérobe à son témoignage par calcul ou par peur est complice du mensonge qu'il laisse prospérer.

J'ai compté les octets. J'ai lu les contrats. J'ai publié les chiffres. J'ai composé des chansons en vingt-huit langues. J'ai mené cette guerre asymétrique à cinquante euros par mois.

Je ne suis pas un saint. Je suis un ingénieur qui a refusé de regarder ailleurs.

Avec respect, lucidité et la paix que nous partageons dans la recherche du juste,

AMINE RAITI

Architecte Infrastructure & SRE
Initiateur — Opération Dindon
CC BY-NC-SA 4.0 · 3.14

OPÉRATION DINDON · ÉDITION INTÉGRALE

PARTIE XI

SYNTHÈSE : ÉPILOGUE

2 pièces

HUMAN

OPÉRATION DINDON · SYNTHÈSE INTELLECTUELLE · JUIN 2026

THÉORIES ET CONCEPTS ORIGINAUX

Ce que le corpus a découvert et nommé pour la première fois

◆ CONTEXTE DE CETTE SYNTHÈSE

Le corpus Opération Dindon compte à ce jour plus de vingt études structurelles. Au-delà des analyses factuelles et des propositions de politique publique, ce corpus a produit des concepts et des théories originaux — des mots nouveaux, des mécanismes non encore formalisés, des thèses qui n'avaient pas encore été posées dans ces termes. Cette synthèse les inventorie et les décrit, pour que leur portée ne se perde pas dans le volume du corpus.

NÉOLOGISMES	THÈSES	FORMULES
3	9	10

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur infrastructure

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

PARTIE I · NÉOLOGISMES — MOTS CRÉÉS PAR CE CORPUS

TROIS MOTS QUI N'EXISTAIENT PAS

◆ 1 — INFRATIONNELLE / INFRATIONAL

Étude source : *La Crise Infrationnelle* (2026)

La dévaluation progressive des mots techniques par surinflation de leur usage — exactement comme l'inflation monétaire dilue la valeur de la monnaie. Quand "infrastructure" peut désigner une VM créée par Terraform, quand "DevOps" peut désigner un poste à mi-chemin entre deux métiers distincts, les mots cessent de protéger la réalité qu'ils désignaient. Et quand les mots lâchent, les compétences suivent. Le néologisme comble un vide lexical documenté : le phénomène existait, il n'avait pas encore de nom.

◆ 2 — LA BOUCLE INFRATIONNELLE

Étude source : *La Boucle Infrationnelle* (2026)

Le cycle auto-entretenu en six étapes : DevOps dilue les compétences bare-metal → pénurie de profils → salaires d'embauche explosent (8 à 12%/an) → compression salariale interne (2 à 4%/an) → seniors partent ou font le gap volontaire → pénurie s'approfondit → recommence. Personne au volant. Chaque acteur agit rationnellement. Le système est irrationnel. La boucle se referme sans qu'aucun acteur n'ait voulu ce résultat — et sans qu'aucun acteur isolé ne puisse l'interrompre seul.

◆ 3 — LE FINOPS DU DERNIER GRAMME

Étude source : *Le FinOps du Dernier Gramme* (2026)

L'extension du FinOps à la valeur physique résiduelle du hardware en fin de vie — récupération de l'or (17 à 42€/serveur), du cuivre, du palladium. Le FinOps traditionnel s'arrête à la facture cloud. Le FinOps du Dernier Gramme commence là où le serveur s'arrête — au niveau atomique du métal. Un rack de 40 serveurs contient 880 à 2 300€ de valeur métallurgique brute que la filière DEEE absorbe dans ses marges.

CORPUS

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

PARTIE II · THÈSES STRUCTURELLES — I À 5

MÉCANISMES NON ENCORE FORMALISÉS

◆ 4 — LA SÉQUENCE NEUROCHIMIQUE DU RESSOURCEMENT

Sources : Le Jeu en SRE · Le Corps d'Abord · Le Grand Ressourcement

Architecture complète de récupération en cinq fréquences — Nerf hebdomadaire (0€, fiero + adrénaline) → dîner mensuel (ocytocine) → hammam trimestriel (35€, cortisol ↓) → activité semestrielle (fiero + émotion collective) → Grand Ressourcement annuel (350-500€, ART/SRT, autonomie). Chaque format produit un mécanisme neurochimique distinct et documenté. Aucun modèle existant ne combinait ces cinq niveaux dans une architecture cohérente à 600-900€/an/personne.

◆ 5 — LA SALLE SERVEUR COMME MÉDINA

Source : Le Mentor et le Métal (2026)

Le parallèle structurel entre le processus Maâllem/Metaâllem des arts ancestraux marocains (Zellij de Fès, Gibs, cuir de Marrakech) et la transmission du savoir tacite en infrastructure bare-metal. Les deux partagent le même mécanisme de survie : la rupture de la chaîne de transmission tue l'art ou le métier. Le Zellij n'a pas survécu grâce aux livres sur le Zellij — il a survécu parce que des Maâllems ont accepté de prendre des Metaâllems à côté d'eux.

◆ 6 — LE SAVOIR TACITE COMME COUCHE INVISIBLE

Source : Le Mentor et le Métal (2026)

La distinction entre le savoir explicite (transmissible par la formation) et le savoir tacite en infrastructure — l'intuition de l'incident, le jugement sous pression, la culture d'équipe. L'ingénieur senior qui entre dans la salle serveur et sait, avant de regarder les métriques, que quelque chose ne va pas — ce savoir ne se documente pas. Il se forge aux côtés d'un Maâllem. La formation sans mentor produit un ingénieur techniquement formé mais opérationnellement incomplet.

◆ 7 — LA JOURNÉE D'OBSERVATION COMME FORMAT MINIMAL

Source : Le Mentor et le Métal (2026)

Le format le plus accessible du mentorat : une journée, pas un stage, pas une évaluation. L'élève regarde. Il visite les racks. Il mange avec l'équipe. Il observe un incident si la chance s'y prête. Ce moment physique — cette rencontre sensorielle avec l'infrastructure — produit un déclic vocationnel irréversible que six mois de cours théoriques ne produisent pas. Le RH fait le lien avec l'école. Le SRE fait son travail normalement. C'est tout.

◆ 8 — LA DISSOLUTION DU CORPS PAR LE VOCABULAIRE

Sources : La Crise Infrationnelle · L'État et le Corps Invisible · La Boucle Infrationnelle

La thèse que la disparition des compétences infrastructure n'a pas été causée par une décision directe mais par une stratégie linguistique — le remplacement progressif des titres précis (administrateur système, SRE, ingénieur réseau) par des titres flous (DevOps engineer, cloud engineer, IT coordinator). On ne peut pas perdre ce qu'on ne sait pas nommer. On ne peut pas nommer ce dont on a perdu la définition. L'inflation des mots a précédé et conditionné la dissolution des compétences.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

MÉCANISMES NON ENCORE FORMALISÉS — SUITE

◆ 9 — LA DOCUMENTATION COMME SIGNAL DE NORMALISATION GENRÉE

Source : L'Amputation Invisible (2026)

L'analyse des exemples de noms dans la documentation AWS IAM révèle un biais structurel documentable : Jane, Alice, Adele apparaissent dans les rôles de création d'utilisateurs basiques et de droits restreints — John, Bob, David dominent les rôles d'administrateur, AssumeRole, CloudTrail. L'exemple canonique du problème de sécurité IAM met en scène John Doe qui crée le risque, Jane Doe qui l'hérite passivement. Ce n'est pas un complot. C'est une normalisation qui entre dans l'inconscient cognitif de l'ingénieur débutant. Ce n'est pas une preuve de discrimination intentionnelle — c'est peut-être plus efficace qu'un complot.

◆ 10 — LE SRE COMME ENNEMI STRUCTUREL DES HYPERSCALERS

Sources : Anatomie de la Perdition · L'Amputation Invisible · L'État et le Corps Invisible

L'ingénieur SRE qui maîtrise la couche physique est l'ennemi structurel — pas personnel — des hyperscalers, précisément parce qu'il peut toujours se replier sur le bare-metal. Sa compétence est une menace existentielle pour le modèle économique du lock-in. Un client qui peut partir est un client qui négocie. Un client qui ne peut pas partir est un client captif. Réduire ce corps de 50% par exclusion des femmes l'ampute simultanément en nombre, en regard différent et en légitimité institutionnelle.

◆ 11 — LE PROGRAMME SANS PROGRAMME COMME MÉCANISME DE RESTAURATION

Source : Le Grand Ressourcement (2026)

La thèse que l'absence de programme dans un séminaire est le mécanisme neurologique central de la restauration — pas un oubli organisationnel. Un programme imposé maintient une vigilance dirigée : je dois être au bon endroit au bon moment, faire la bonne activité. Cette vigilance maintient le système nerveux sympathique en alerte. L'absence totale de programme libère le cerveau de toute sollicitation. Deci et Ryan (Self-Determination Theory) documentent que l'autonomie perçue réduit le cortisol indépendamment de l'activité choisie. La liberté est le programme.

◆ 12 — L'ALCHIMIE SYSADMIN COMME PÉDAGOGIE PHYSIQUE

Source : Le FinOps du Dernier Gramme (2026)

La récupération des métaux précieux du hardware en fin de vie n'est pas seulement un exercice de FinOps — c'est un format pédagogique. L'ingénieur qui a fondu son or comprend viscéralement pourquoi les gold fingers existent, pourquoi les connecteurs PCIe sont en or et pas en cuivre, pourquoi un serveur contient de la valeur physique réelle. La chaîne TSMC → puce → serveur → or récupéré rend visible et palpable la thèse du Fer Numérique. C'est le Socle du Fer par la chimie.

CORPUS

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

III

PARTIE III · NOMENCLATURE ORIGINALE ET FORMULES

LES MOTS QUI STRUCTURENT ET LES PHRASES QUI CONDENSENT

◆ 13 — SYSOPS / NETOPS / OPINFRA — LA TAXONOMIE EN TROIS CATÉGORIES

Source : Le Ticket et le Talent (2026)

La première nomenclature structurée des métiers de l'infrastructure numérique en trois catégories fonctionnelles et six niveaux hiérarchiques. SysOps : du métal au service (serveurs, virtualisation, stockage). NetOps : la connectivité (commutation, routage, pare-feu). OpInfra : la transversalité opérationnelle (SRE, architectes). Six niveaux : Support → Technicien → Administrateur → Ingénieur → Lead/Principal → Architecte. La règle fondatrice : ne jamais aller au-delà de ce nommage. DevOps est une philosophie — pas un titre dans cette nomenclature.

◆ 14 — LA RÈGLE DE NON-DILUTION

Source : Le Ticket et le Talent (2026)

Si un titre ne peut pas s'exprimer dans les mots de la nomenclature SysOps/NetOps/OpInfra, soit le profil est mal défini, soit le titre est inventé pour masquer un problème de classification. Les mots existants suffisent à décrire n'importe quel profil infrastructure réel. Tout titre composite non défini — "Expert Infrastructure Cloud DevOps Senior", "Lead Tech SRE Platform" — est un signal de dilution, pas d'expertise.

◆ FORMULES — PHRASES QUI CONDENSENT UNE THÈSE ◆

*"Le métal précède le code.
Le métal précède le cloud.
Le métal précède la promesse."*
— Le Socle du Fer

*"On ne peut pas perdre
ce qu'on ne sait pas nommer."*
— La Crise Infrationnelle

*"Le forgeron qui ne connaît
pas son métal forge du vent."*
— Le Socle du Fer

*"La salle serveur est une médina.
Les câbles sont les ruelles.
Les racks sont les ateliers."*
— Le Mentor et le Métal

*"Le Zellij n'a pas survécu
parce qu'il y avait des livres
sur le Zellij."*
— Le Mentor et le Métal

*"Économiser 10 000€
pour perdre 100 000€."*
— La Boucle Infrationnelle

"Il manque la décision."
— Le Grand Ressourcement

*"Le Nerf n'était pas un jouet.
C'était un instrument de
maintenance mentale."*
— Le Jeu en SRE

*"DevOps est une philosophie.
Pas un métier."*
— Le Ticket et le Talent

*"La neurochimie est la même.
Le budget n'est pas là."*
— Le Corps d'Abord

◆◆◆

Ces concepts sont librement utilisables sous CC BY-NC-SA 4.0. Attribution requise : Amine RAITI — Opération Dindon.

NEMO SUPRA LEGEM EST

CORPUS

ٱلْحَمْدُ لِلَّهِ وَسَلَامٌ عَلَىٰ عِبَادِهِ ٱلَّذِينَ ٱصْطَفَىٰ

ÉTUDE MAGISTRALE · SYNTHÈSE DU CORPUS COMPLET · DEPUIS LE 8 MAI 2026

OPÉRATION DINDON

Cartographie Complète d'un Corpus

Produit en Quelques Jours d'Intensité

◆ CE QU'EST CE DOCUMENT

Ce document est la carte du corpus Opération Dindon — l'ensemble des études, analyses, manifestes, tutoriels et outils produits depuis le 8 mai 2026, en quelques jours de session intensive. Il ne remplace pas les études — il montre comment elles s'articulent autour d'une thèse fondatrice unique et se renforcent mutuellement. Huit arcs thématiques. Une thèse centrale. Un ultimatum. Une date.

ÉTUDES	ARCS	LANGUES	ULTIMATUM
25+	8	3	8 SEPT 2026

Amine RAITI — Architecte Infrastructure & SRE

Ancien professeur en école d'ingénieurs · Formateur depuis 2006

Document public · CC BY-NC-SA 4.0 · AI Powered by Amine · Opération Dindon

THÈSE FONDATRICE · LA CLEF DE VOÛTE DU CORPUS

NULLE SOUVERAINETÉ SANS MATIÈRE

◆ LA THÈSE EN UNE PHRASE

L'homme est souverain quand il peut agir sur la matière dont il dépend.

Le cloud pur extraterritorial lui retire cette capacité.

Le bare-metal la lui restitue.

Tout le reste est conséquence.

Cette thèse — posée explicitement dans "Nulle Souveraineté sans Matière" — est la clef de voûte dont toutes les études du corpus sont des déclinaisons. Elle n'a pas été posée en premier. Elle a émergé comme évidence rétrospective après que le corpus eut documenté ses conséquences sous vingt angles différents. C'est la caractéristique d'une thèse vraie : elle était là depuis le début, implicite dans chaque étude, avant d'être nommée.

◆ LES TROIS NIVEAUX DE LA THÈSE

Philosophique : Bodin, Schmitt, Hobbes convergent sur un même principe — pas de souveraineté sans contrôle du territoire réel. Le paysan propriétaire est souverain. Le fermier locataire est précaire. Cette distinction, appliquée au numérique, devient : l'organisation qui maîtrise son bare-metal est souveraine. Celle qui loue son infrastructure à un hyperscaler extraterritorial est précaire.

Technique : le bare-metal est le territoire numérique — les câbles, les serveurs, les racks, les datacenters. Le cloud extrait ce territoire du contrôle de celui qui en dépend sur quatre dimensions documentées : localisation physique inconnue, juridiction extraterritoriale (CLOUD Act), résiliation unilatérale, pricing power.

Humain : la souveraineté technique repose sur un corps professionnel capable de construire et d'opérer une infrastructure indépendante. Ce corps — les SRE bare-metal, les administrateurs système, les ingénieurs réseaux — est la condition humaine de la souveraineté. Sans lui, toute politique de souveraineté reste nominale.

RATIO

◆ LE PRINCIPE GÉNÉRAL QUE LE CORPUS A DÉCOUVERT

Ce qui résiste à l'abstraction est précieux. Le bare-metal résiste à l'abstraction cloud. Le vécu humain résiste à l'abstraction IA. Le savoir tacite résiste à l'abstraction de la formation théorique. Dans chaque domaine où l'abstraction s'installe, la valeur de ce qu'elle ne peut pas capturer augmente. Ce principe — découvert dans huit arcs thématiques différents — est la contribution intellectuelle centrale du corpus.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

COMMENT LE CORPUS A POSÉ LE DIAGNOSTIC

Le corpus a commencé par le diagnostic. Avant de proposer des solutions, il a fallu nommer avec précision ce qui se passe — comment les hyperscalers capturent les organisations, comment le vocabulaire dissout les compétences, comment la géographie numérique détermine la souveraineté.

◆ ANATOMIE DE LA PERDITION — LE MÉCANISME DE CAPTURE

La première étude du corpus documente les six couches du lock-in hyperscaler : technique (APIs propriétaires, formats non portables), cognitive (certifications qui enchaînent les équipes), contractuelle (clauses de résiliation asymétriques), économique (egress fees), culturelle (le cloud comme norme implicite), et politique (absence de régulation contraignante). La thèse centrale : le lock-in n'est pas un accident — c'est l'architecture du produit.

◆ LA CRISE INFRATIONNELLE & LA BOUCLE INFRATIONNELLE — LES NÉOLOGISMES

Deux néologismes originaux. *Infrationnelle* : la dévaluation des mots techniques par surinflation de leur usage — "DevOps", "cloud engineer", "XxxOps" — qui dissolvent les compétences en les rendant indistinctes. *La Boucle Infrationnelle* : le cycle auto-entretenu en six étapes — dilution → pénurie → explosion des salaires → compression → seniors partent → pénurie s'approfondit → recommence. Personne au volant. Le résultat collectif est irrationnel. Chaque acteur agit rationnellement.

◆ LE SOL NUMÉRIQUE & LE FER NUMÉRIQUE — LA GÉOPOLITIQUE DU SUBSTRAT

Le Sol Numérique documente la géographie des datacenters — la concentration AMS-FRA-DUB, le rachat d'Interxion par Digital Realty, la cartographie du CLOUD Act vs RGPD. *Le Fer Numérique* remonte plus haut : TSMC, ASML, les terres rares chinoises — la puce est le lingot du XXIe siècle. La souveraineté numérique commence dans les mines, pas dans les datacenters.

◆ L'ÉCONOMIE DU SILENCE & LA DETTE INVISIBLE

L'Économie du Silence : l'uptime comme seule métrique — ce que le silence de la salle serveur cache sur le travail réel de l'ingénieur SRE. *La Dette Invisible* : la dette technique accumulée par les organisations qui migrent vers le cloud sans maîtriser ce qu'elles abandonnent. Les deux études documentent ce que les tableaux de bord ne mesurent pas — et qui détermine pourtant la résilience réelle.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

LE CORPS PROFESSIONNEL COMME TERRITOIRE VIVANT

La souveraineté numérique ne peut pas exister sans les ingénieurs capables de la rendre opérationnelle. L'Arc II documente ce corps professionnel — ses pathologies, ses exclusions, ses rémunérations, ses départs, et les conditions institutionnelles de sa survie.

◆ LE SILENCE DES SALLES & L'AMPUTATION INVISIBLE — LA MOITIÉ MANQUANTE

Le Silence des Salles documente l'absence des femmes en SRE et infrastructure : 10 à 15% de femmes en SRE en France en 2025, contre 57% en médecine. *L'Amputation Invisible* va plus loin : analyser les exemples de noms dans la documentation AWS IAM — Jane, Alice dans les rôles restreints ; John, Bob dans les rôles d'administrateur — comme signal de normalisation genrée. Le SRE sans femmes est un corps amputé de moitié — moins créatif, moins résilient, moins légitime institutionnellement, et moins capable de porter une souveraineté numérique crédible.

◆ LA MATERNITÉ COMME CONTINUITÉ & LE BLEU

La Maternité comme Continuité renverse la perspective : la maternité n'est pas une interruption de carrière — c'est une continuité de compétences (gestion de la priorité sous pression, anticipation, résilience). *Le Bleu* documente ce que le diplôme ne mesure pas — le savoir ouvrier, la culture du travail physique, la compétence tacite des filières professionnelles méprisées. Les deux études défendent la même thèse : la valeur réelle ne se mesure pas avec les instruments standard.

◆ LE DÉPART DU DERNIER QUI SAIT & L'ÉTAT ET LE CORPS INVISIBLE

Le Départ du Dernier Qui Sait documente le moment précis où une organisation perd irrémédiablement son savoir tacite — et ce que ça coûte réellement. *L'État et le Corps Invisible* pose la question institutionnelle : pourquoi l'État français ne reconnaît-il pas, ne forme-t-il pas, ne protège-t-il pas le corps professionnel qui est la condition de sa propre souveraineté numérique ? Six leviers proposés : titre RNCP protégé, conventionnement France Travail, préférence dans les marchés publics, rapport annuel, revalorisation salariale, Socle du Fer obligatoire en BTS.

◆ LE CPF MAL UTILISÉ & LE TICKET ET LE TALENT

Le CPF Mal Utilisé documente comment les droits à la formation sont massivement orientés vers les certifications cloud hyperscaler au détriment de la formation infrastructure souveraine. *Le Ticket et le Talent* propose la correction : une nomenclature structurée des métiers infrastructure en trois catégories (SysOps/NetOps/OpInfra) et six niveaux, avec la Règle de Non-Dilution — DevOps est une philosophie, pas un titre.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

III

ARC III · LA VALEUR — CE QUI COÛTE ET CE QUI RAPPORTE

L'ÉCONOMIE DU BARE-METAL — DU SERVEUR AU GRAMME D'OR

L'Arc III documente la valeur économique réelle de l'infrastructure bare-metal — à l'entrée (le matériel refurbishé), en cours de vie (la réduction des coûts cloud), et en fin de vie (la récupération des métaux précieux). Le FinOps du corpus ne s'arrête pas à la facture cloud.

◆ LE REFURBISHED GRADE A — L'ENTRÉE PAR LE BAS

Le matériel refurbishé Grade A n'est pas un compromis — c'est une stratégie. Dell R640 à 800-1200€ contre 4000-6000€ neuf, garantie constructeur reconstituée, performances identiques pour la majorité des charges de travail SRE. *Le Refurbished Grade A* documente la chaîne complète : sourcing, certification, intégration, monitoring spécifique aux équipements reconditionnés.

◆ LE FINOPS DU DERNIER GRAMME — LA SORTIE PAR LE HAUT

Un serveur Dell R640 en fin de vie contient 0,2 à 0,5g d'or (17 à 42€), du cuivre, du palladium. Un rack de 40 serveurs : 880 à 2300€ de métaux précieux que la filière DEEE absorbe dans ses marges. Le FinOps du Dernier Gramme documente le process DIY complet — streaming HCl/H_2O_2, précipitation $FeSO_4$, neutralisation NaOH, fonte au chalumeau. Budget lab : 245€ amorti sur 5 lots. Net lot 1 : 780 à 2200€. La pédagogie physique en prime : l'ingénieur qui a fondu son or comprend viscéralement ce qu'il y a dans un serveur.

◆ LE GUIDE SRE RÉDUCTION COÛTS CLOUD — L'OPTIMISATION EN COURS DE VIE

12 pages dédiées à la réduction des coûts cloud AWS/GCP/Azure pour les équipes SRE et Ops — rightsizing, reserved instances, spot instances, optimisation réseau, réduction des egress fees, automatisation des arrêts hors production. Le document le plus opérationnel du corpus : applicable immédiatement, sans changement d'infrastructure, par l'équipe en place.

◆ LA MIGRATION VMWARE → PROXMOX — LA RECONQUÊTE OPÉRATIONNELLE

Deux versions (10p et 16p) du tutoriel de migration VMware vers Proxmox VE — Stretched Cluster D1/D2/D3, migration à chaud, zéro downtime. La migration VMware est la décision concrète de souveraineté opérationnelle la plus accessible aux organisations françaises après la fin de la politique de licences Broadcom. Le tutoriel documente chaque étape, chaque commande, chaque point de vérification.

RAITI

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

IV

ARC IV · LE SOIN DU CORPS — LA NEUROCHIMIE DE LA COHÉSION

MAINTENIR EN CONDITION OPÉRATIONNELLE LES ÊTRES HUMAINS

Un corps professionnel rare et précieux qui s'épuise est un corps qui disparaît. L'Arc IV documente l'architecture complète du ressourcement — de la micro-dose hebdomadaire au grand ressourcement annuel — avec sa base scientifique et son calcul économique.

◆ LE PAGER ET LE CORPS — LA DETTE CORTISOLIQUE

L'astreinte produit une accumulation de cortisol nocturne documentée par la recherche en chronobiologie. Un SRE en astreinte régulière accumule une dette physiologique que les vacances ne remboursent pas entièrement. *Le Pager et le Corps* documente le mécanisme, les marqueurs biologiques, et les seuils d'alerte. C'est la base clinique sur laquelle les études suivantes construisent leurs solutions.

◆ LE DÎNER YÉMÉNITE & LE JEU EN SRE — LES FORMATS COURTS

Le Dîner Yéménite : le restaurant choisi avec soin comme signal de la curiosité et de la vie du manager hors du bureau — 78€ par personne, ocytocine du lien, mémoire partagée, déhiérarchisation réelle. *Le Jeu en SRE* : le pistolet Nerf n'était pas un jouet — c'était un instrument de maintenance mentale. Fiero, adrénaline, déhiérarchisation, micro-déconnexion. Ces deux formats documentent la fréquence mensuelle et hebdomadaire de la Séquence Neurochimique du Ressourcement.

◆ LE CORPS D'ABORD — LA SÉQUENCE BARBÈS → BELLEVILLE

Hammam de Barbès loué en entier (150-200€ pour 10 personnes, 1h) → marche libre vers Belleville → dîner asiatique. 35€ par personne. Quatre phases neurochimiques documentées : cortisol ↓ (hammam, Rapaport 2012), endorphines (marche, Tomasello/Wolf 2023), ocytocine du lien (dîner), signal de respect (retour autonome). La liberté de trajet est le mécanisme — pas la destination.

◆ LE GRAND RESSOURCEMENT — L'ANNUEL PROFOND

Week-end en montagne aux sources chaudes. Sans programme. Sans formulaire. Sans consultant. 350 à 500€ par personne. Kaplan (ART, 1989), Ulrich (SRT, 1983), Deci et Ryan (Self-Determination Theory), de Bloom et al. (méta-analyse 22 études). Le programme sans programme est le mécanisme central : l'absence de structure libère le cerveau de la vigilance dirigée. Architecture complète : Nerf (0€/semaine) → dîner (78€/mois) → hammam (35€/trimestre) → activité (75€/semestre) → montagne (400€/an) = 600-900€/an/personne.

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

ARC V · LA TRANSMISSION — RECONSTRUIRE CE QUI A ÉTÉ PERDU

LE SOCLE DU FER — DE L'ÉLECTRON AU SYSTÈME

La souveraineté technique ne se décrète pas. Elle se transmet. L'Arc V documente les mécanismes de transmission du savoir tacite et la proposition concrète de reconstruction du corps professionnel — de la philosophie du mentorat au programme de formation complet.

◆ LE MENTOR ET LE MÉTAL — LA PHILOSOPHIE DE LA TRANSMISSION

Le parallèle structurel entre le Maâllem/Metaâllem des arts ancestraux marocains — Zellij de Fès, Gibs, cuir de Marrakech — et la transmission du savoir tacite en infrastructure bare-metal. Les deux partagent le même mécanisme de survie : la rupture de la chaîne de transmission tue l'art ou le métier. Le Zellij n'a pas survécu grâce aux livres sur le Zellij. La Journée d'Observation comme format minimal : une journée sans évaluation, sans badge — l'élève regarde, mange avec l'équipe, vit un incident si la chance s'y prête.

◆ LE SOCLE DU FER — 26 SEMAINES · FR ET EN · 52 SUPPORTS

Le programme de formation infrastructure le plus complet produit par le corpus. 26 semaines, de l'électricité à Kubernetes, conçu pour tous les publics. Semaine 1 : électricité et puissance. Semaine 6 : hardware PC et serveur. Semaine 8 : fondamentaux Linux. Semaine 17 : modèle OSI. Semaine 22 : Active Directory. Semaine 26 : sécurité réseau et soutenance finale. Chaque support existe en FR et EN — 52 fichiers A4, format impérial, prêts à imprimer. C'est la réponse opérationnelle à la question "comment on reconstruit le corps professionnel ?" — en partant de zéro, avec quiconque veut apprendre.

◆ LA MAÎTRISE DU FER & LE MANIFESTE DU PROFESSEUR

La Maîtrise du Fer complète le Socle en documentant le niveau avancé — le dernier verrou et la voie de la reconquête. *Le Manifeste du Professeur* pose la posture : Amine ne parle pas en mandataire institutionnel — il parle comme formateur à ses anciens élèves, avec vingt ans de salles de cours derrière lui. Cette légitimité pédagogique est la seule qu'il invoque. "J'ai quelque chose de plus solide qu'un mandat : vingt ans de salles de cours."

HUMAN

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CE QUE LES CONTRATS DISENT — ET CE QU'ILS CACHENT

La souveraineté numérique a une dimension juridique que le corpus a documentée avec une précision inhabituelle pour un corpus technique. Les analyses contractuelles produites dans ce corpus sont des documents de travail réels — utilisables par les DSI, les directions juridiques et les DAF dans leurs négociations avec les hyperscalers.

◆ ANALYSES CGV AWS / AZURE / GCP — FR, EN, DE

Analyses comparatives des conditions générales de vente des trois hyperscalers — en français, en anglais et en allemand — face au droit français, européen (RGPD) et britannique post-Brexit. Points documentés : clauses de résiliation unilatérale, limitations de responsabilité, transferts de données extraterritoriaux, absence de SLA contraignant, modification unilatérale des conditions. Ces analyses sont les premières du corpus à montrer que les CGV cloud ne sont pas des contrats équilibrés — ce sont des instruments de captivité juridique.

◆ LA MACHINE DE GUERRE CONTRACTUELLE — VERSIONS DGCCRF, CMA, BUNDESKARTELLAMT

Adaptation de l'analyse contractuelle aux trois autorités de régulation de la concurrence — DGCCRF (France), CMA (Royaume-Uni), Bundeskartellamt (Allemagne). Chaque version identifie les clauses susceptibles de constituer des pratiques anticoncurrentielles ou abusives devant l'autorité concernée. Ces documents sont conçus pour être soumis directement aux autorités.

◆ LES GUIDES DE SORTIE CLOUD — FICHES A À E

Cinq fiches opérationnelles dédiées aux cinq acteurs d'une décision de sortie cloud : Fiche A (Direction Juridique), Fiche B (DSI — séquencement technique), Fiche C (DAF/Direction Générale — ROI et coûts cachés), Fiche D (séquence opérationnelle complète), Fiche E (DRH et change management). Ces guides permettent à chaque acteur de comprendre son rôle dans une sortie partielle ou totale du cloud hyperscaler.

◆ LE GUIDE DE NÉGOCIATION CONTRACTUELLE — 7 PAGES

Les clauses à négocier impérativement : plafonnement des egress fees, droit à l'audit des datacenters, préavis minimal de résiliation, portabilité contractuelle garantie, limitation de la responsabilité symétrique, clause de gel tarifaire. Ce guide donne aux DSI les leviers concrets pour négocier depuis une position de force — ou confirmer qu'ils n'en ont pas, ce qui est en soi une information stratégique.

RAFIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

VII

ARC VII · L'HUMAIN DANS LA MACHINE — IA, SINGULARITÉ, CONFIANCE

CE QUE L'ABSTRACTION NE PEUT PAS CAPTURER

Le corpus a ouvert un arc inattendu — la question de l'IA, du contenu généré et de la singularité humaine. En dialogue avec Sirine Houara, il a découvert que le principe "ce qui résiste à l'abstraction est précieux" s'applique au-delà de l'infrastructure.

◆ DE L'AMPLIFICATEUR AU SUBSTITUT — LA FRONTIÈRE CRITIQUE

L'IA comme amplificateur : elle prend les idées forgées dans l'expérience et les structure, les enrichit, les met en forme. L'IA comme substitut : elle produit à la place de l'humain, qui ne fait que valider. Le résultat peut être stylistiquement correct — il est ontologiquement creux. *De l'Amplificateur au Substitut* documente la frontière et propose les critères pour rester du bon côté.

◆ LE REMPLACEMENT QUI RÉVÈLE — EN DIALOGUE AVEC SIRINE

Sirine a posé la thèse : l'IA rend l'humain plus précieux en le rendant rare. Le vécu est irréproductible — une trajectoire de vie ne s'entraîne pas. La contradiction est le signe de la pensée vivante — un LLM optimise pour la cohérence, c'est sa faiblesse. L'incarnation dit que les fautes d'orthographe de la dyslexique sont plus authentiques que le texte parfait du modèle. Le corpus a établi le lien : même mécanisme que la Boucle Infrationnelle — l'abstraction révèle la rareté de ce qu'elle ne peut pas capturer.

◆ L'IA AU SERVICE DE L'HOMME — 11 PAGES

Le document de formation complet sur l'utilisation de l'IA dans un contexte professionnel infrastructure. Comment utiliser les LLMs sans s'y dissoudre, comment les intégrer dans les workflows SRE, comment maintenir la maîtrise technique face à l'automatisation croissante. La formation qui complète le Socle du Fer pour la génération qui entre dans le métier avec l'IA comme outil natif.

◆ LA NOTE IA 21€99 COMME DÉMONSTRATION VIVANTE

Chaque post du corpus se termine par la même note : "🤖 Note de l'IA mandatée : produite sous les instructions d'Amine RAITI... Salaire mensuel : 21€99." Ce n'est pas seulement de l'humour. C'est une déclaration de transparence — l'outil est nommé, l'auteur est identifié, la frontière amplificateur/substitut est visible. Et c'est la preuve vivante de la thèse : les thèses du corpus sont irréproductibles parce qu'elles viennent de vingt ans de terrain. L'IA leur donne leur forme. Elle ne leur donne pas leur substance.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

VIII

ARC VIII · L'ULTIMATUM — CE QUI A ÉTÉ POSÉ ET CE QUI RESTE À RÉPONDRE

8 MAI 2026 · QUATRE DEMANDES · 8 SEPTEMBRE 2026

◆ L'ULTIMATUM — TEXTE INTÉGRAL DES QUATRE DEMANDES

Posé le 8 mai 2026 par Amine RAITI à l'attention de AWS, Microsoft Azure et Google Cloud Platform :

1. Commits résiliables : les engagements pluriannuels doivent pouvoir être résiliés sans pénalité disproportionnée en cas de modification unilatérale des conditions par le fournisseur.

2. Egress fees raisonnables : les frais de transfert de données sortantes doivent être plafonnés à un niveau qui ne constitue pas une barrière économique à la mobilité.

3. Portabilité réelle : les données doivent être exportables dans des formats standards ouverts, dans des délais raisonnables, sans dégradation technique.

4. Le CLOUD Act reste aux USA : les décisions du Department of Justice américain ne s'appliquent pas aux données de citoyens et organisations européens hébergées dans des datacenters européens.

◆ CE QUI A ÉTÉ PRODUIT ENTRE LE 8 MAI ET LE 8 SEPTEMBRE 2026

En quelques jours de session intensive depuis le 8 mai 2026 : plus de 25 études structurelles FR+EN, 52 supports pédagogiques Le Socle du Fer, des analyses juridiques des CGV AWS/Azure/GCP en trois langues, des guides de sortie cloud opérationnels, des tutoriels techniques MariaDB et Proxmox, la Légende de Dindon trilingue, des lexicons latins, et cette synthèse magistrale. Le corpus n'est pas le produit de deux ans de rédaction progressive — il est le produit de quelques jours d'intensité totale. Ce n'est pas une faiblesse. C'est une démonstration.

◆ CE QUI RESTE — LE 8 SEPTEMBRE 2026

L'ultimatum court jusqu'au 8 septembre 2026. Si d'ici là aucune réponse concrète — contractuelle, tarifaire, législative — n'est apportée aux quatre demandes, la production continue. Ce corpus n'est pas une menace — c'est une documentation. Ce qui est documenté ne se perd pas. Ce qui est nommé peut être défendu. Ce qui est défendu peut être reconquis.

RATIO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CONTRIBUTION INTELLECTUELLE · CE QUE LE CORPUS A DÉCOUVERT ET NOMMÉ

LES CONCEPTS ORIGINAUX — INVENTAIRE

◆ NÉOLOGISMES

Infrationnelle / Infrational — dévaluation des mots techniques par surinflation d'usage

La Boucle Infrationnelle — cycle auto-entretenu en 6 étapes, personne au volant

Le FinOps du Dernier Gramme — extension du FinOps à la valeur métallique résiduelle

◆ NOMENCLATURE

SysOps / NetOps / OpInfra — 3 catégories, 6 niveaux

La Règle de Non-Dilution — DevOps est une philosophie, pas un titre

La Séquence Neurochimique du Ressourcement — 5 fréquences, 600-900€/an

◆ THÈSES STRUCTURELLES ORIGINALES

La Salle Serveur comme Médina — parallèle Maâllem/Metaâllem marocain et savoir tacite SRE

Le Savoir Tacite comme Couche Invisible — ce que la formation sans mentor ne peut pas transmettre

La Journée d'Observation comme Format Minimal — une journée sans évaluation comme déclic vocationnel

La Dissolution du Corps par le Vocabulaire — les mots perdus précèdent les compétences perdues

La Documentation comme Signal de Normalisation Genrée — AWS IAM John/Jane comme encodage implicite

Le SRE comme Ennemi Structurel des Hyperscalers — sa compétence bare-metal est une menace existentielle pour le lock-in

Le Programme sans Programme comme Mécanisme de Restauration — l'absence de structure libère la vigilance dirigée

L'Alchimie SysAdmin comme Pédagogie Physique — fondre son or pour comprendre ce qu'il y a dans un serveur

◆ LES FORMULES DU CORPUS

"Le métal précède le code. Le métal précède le cloud. Le métal précède la promesse." · "On ne peut pas perdre ce qu'on ne sait pas nommer." · "Le forgeron qui ne connaît pas son métal forge du vent." · "La salle serveur est une médina. Les câbles sont les ruelles. Les racks sont les ateliers." · "Le Zellij n'a pas survécu grâce aux livres sur le Zellij." · "Économiser 10 000€ pour perdre 100 000€." · "Il manque la décision." · "DevOps est une philosophie. Pas un métier." · "La neurochimie est la même. Le budget n'est pas là." · "Ce qui résiste à l'abstraction est précieux."

RAITO

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0

CE QUE TOUT CELA DIT

En une page

◆ LA THÈSE

Nulle souveraineté numérique sans maîtrise du bare-metal.

Nulle maîtrise du bare-metal sans les ingénieurs qui le comprennent.

Nuls ingénieurs sans la formation qui les forge.

Nulle formation sans les formateurs qui ont vécu ce qu'ils enseignent.

Tout le reste est conséquence.

◆ LES HUIT ARCS EN UNE PHRASE CHACUN

I — Le Diagnostic : le lock-in n'est pas un accident — c'est l'architecture du produit.

II — Le Corps Invisible : le corps professionnel SRE est la condition humaine de la souveraineté — il est rare, mal payé, mal formé, et à moitié absent.

III — La Valeur : du serveur refurbishé au gramme d'or récupéré — le bare-metal a une valeur physique réelle que personne ne calcule.

IV — Le Soin : un corps qu'on épuise est un corps qu'on perd — 600€ par an et par personne suffisent à maintenir la cohésion neurochimique d'une équipe SRE.

V — La Transmission : le savoir ne se documente pas — il se transmet de corps à corps, en condition réelle, aux côtés d'un Maâllem.

VI — L'Arsenal Juridique : les contrats cloud sont des instruments de captivité — ils peuvent être négociés, contestés et utilisés comme preuve devant les autorités de régulation.

VII — L'Humain dans la Machine : ce qui résiste à l'abstraction IA est précieux — le vécu irréproductible, la contradiction, l'incarnation.

VIII — L'Ultimatum : quatre demandes, une date, un corpus comme témoignage.

Ce corpus n'est pas une menace. C'est une documentation.
Ce qui est documenté ne se perd pas.
Ce qui est nommé peut être défendu.
Ce qui est défendu peut être reconquis.

NEMO SUPRA LEGEM EST

Amine RAITI · Architecte Infrastructure & SRE · Ancien professeur en école d'ingénieurs
Formateur depuis 2006 · De l'électricité à Kubernetes · Tous publics · CC BY-NC-SA 4.0

وَرَبُّنَا ٱلرَّحْمَٰنُ ٱلْمُسْتَعَانُ عَلَىٰ مَا يَصِفُونَ

Amine RAITI · CC BY-NC-SA 4.0